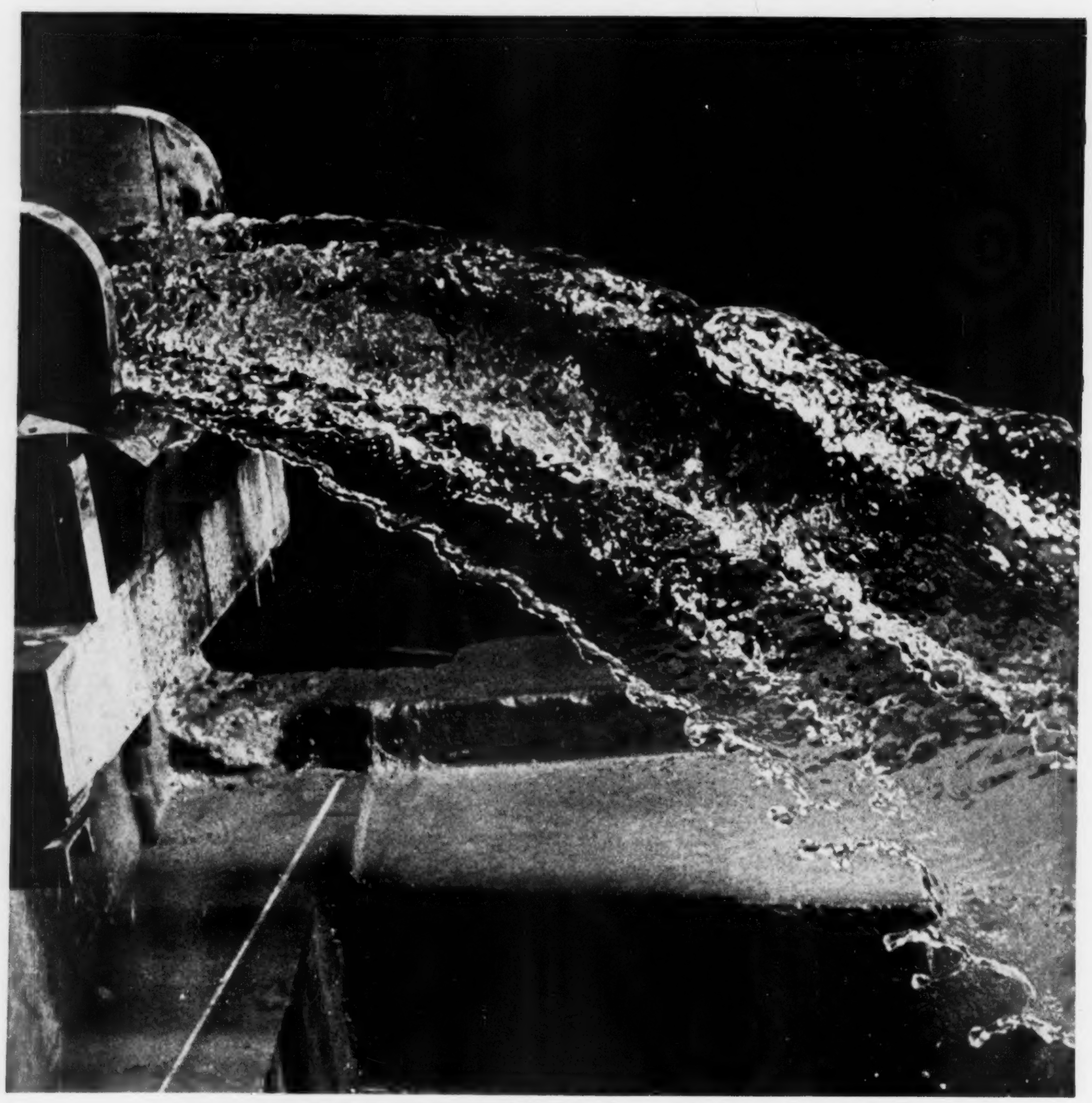
LA NATURE

REVUE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS



AU LABORATOIRE NATIONAL D'HYDRAULIQUE

Le jet de ce modèle réduit a permis de prévoir, dans toutes ses caractéristiques, celui de l'évacuateur de crues réel de Bort-les-Orgues.

(Photo Laboratoire national d'Hydraulique).

N° 3222 – Octobre 1953 Revue mensuelle Le Numéro : 200 francs

Actualités et informations

L'industrie mondiale ne manque plus de soufre

Depuis quelques mois l'approvisionnement en soufre de l'industrie mondiale, qui était déficitaire, tend vers l'équilibre. On estime que celui-ci sera atteint dès cette année. L'augmentation de production qui a été nécessaire pour y parvenir est due en partie à la mise en exploitation de nouveaux gisements et surtout à l'effort considérable qui a été fait pour récupérer le soufre sous diverses formes autrefois négligées : gaz de pétrole, acides résiduaires, minerais sulfurés, etc.

Le raffinage du pétrole consomme des quantités considérables de soufre sous forme d'acide sulfurique et pour la première fois cette industrie produit plus de soufre qu'elle n'en consomme. On estime qu'en 1954 cet excédent sera de l'ordre de 200 000 t. Ce résultat a été obtenu par la création d'installations de récupération du soufre des gaz naturels et des gaz de raffineries.

∴

Une société américaine annonce la fabrication d'un nouvel appareil de reproduction photographique par « xérographie » qui, ainsi que l'a déjà signalé La Nature *dans son numéro 3 169, mai 1949, est un procédé de reproduction électrostatique à sec et en positif direct n'exigeant ni eau, ni produits chimiques, ni pellicules, ni chambre noire, ni matériel sensible. Avec le nouvel appareil, le document à reproduire est « photographié » sur une plaque « Xero X » chargée électrostatiquement qui, après exposition, est développée dans le « Xero X Copier ». L'image est transportée sur une plaque offset en papier ou un calque et fixée en quelques secondes par fusion.*

∴

Le directeur du Laboratoire national de recherches, M. Alvin Weinberg, a annoncé qu'un réacteur d'essai du type « homogène » a été expérimenté au laboratoire d'Oak Ridge. Il fournit 150 kW d'énergie électrique. Le réacteur est appelé homogène parce qu'il renferme dans le même liquide le matériel fissionnable et le ralentisseur. Le mélange circule dans un échangeur de chaleur. Les calories engendrées par la réaction nucléaire sont transformées en vapeur. Celle-ci actionne un turbo-alternateur qui fournit du courant électrique.

SOMMAIRE

Une usine d'aluminium est en construction à Bell Bay dans le Nord de la Tasmanie en vue d'une production annuelle de 18 000 t. Elle libérera l'Australie des importations de l'étranger.

∴

D'importantes installations frigorifiques sont prévues pour la remise en état du port de Boulogne. Elles comprendront, au bassin Loubet, une fabrique de glace capable de produire 200 t par jour pour les mareyeurs et les bateaux de pêche, et deux entrepôts frigorifiques comportant chacun 950 m² de chambre froide munis d'un tunnel de congélation rapide de 20 t par jour.

∴

L'Empresa Nacional Hidroelectrica Ribagorzana (ENHER) a mis en exploitation sa nouvelle centrale sur la rivière Noguera Ribagorzana (Espagne). La puissance sous turbines est de 6 400 ch et l'on escompte une production d'énergie électrique annuelle de 23 millions de kWh. Ce barrage fait partie des grands travaux que l'ENHER est en train d'exécuter sur cette rivière pour son exploitation intégrale.

Un nouveau revêtement électrolytique des métaux

Une maison française a mis au point un nouveau revêtement électrolytique pour la protection des métaux ferreux et non ferreux et des alliages légers. Ce revêtement est obtenu dans un bain électrolytique alcalin contenant du zinc et du titane, dénommé « Inox-Titane ». La résistance à la corrosion du dépôt est très élevée : des pièces en métaux ferreux recouvertes d'une couche de 12 μ d'épaisseur n'ont pas été attaquées après 1 500 h d'exposition en brouillard salin, durée correspondant à une exposition d'environ 60 ans en atmosphère marine normale ; la résistance au pliage est également excellente et la dureté du dépôt est environ trois fois plus élevée que celle du zinc et du cadmium. Ce revêtement, dont l'épaisseur peut être facilement réglée (de 3 à 40 μ), permet d'obtenir des pièces traitées (visserie et boulonnerie de précision par exemple) de belle présentation, inaltérables, ayant un éclat métallique semi-brillant.

∴

D'après Brasserie et Malterie de Belgique, *les débits de boissons des États-Unis observeraient une baisse régulière et continue de leurs affaires. Elle serait due au développement de la télévision. En effet, la consommation à domicile est en nette augmentation, notamment pour la bière vendue par les maisons d'alimentation au détail.*

∴

D'après les statistiques américaines, le nombre total de véhicules automobiles en service dans le monde dépasserait 79 135 000 et serait en augmentation de 4,5 pour 100 sur celui de l'année dernière.

∴

Les ondes électromagnétiques ultracourtes ont la propriété d'être absorbées à des fréquences bien déterminées par des gaz à basse pression. L'énergie absorbée correspond à une fréquence spécifique de chaque gaz. Des spectrographes basés sur ce principe, recevant des ondes ultracourtes émises par des équipements du même type que ceux des radars, permettent de déterminer la nature et les proportions de chaque gaz d'un mélange et d'en étudier la structure atomique ou moléculaire.

LA NATURE

Revue mensuelle

DUNOD, Éditeur

92, rue Bonaparte,
PARIS-6e

C. C. P. Paris 75-45 — Tél. DAN. 99-15

ABONNEMENTS 1953

France et Union fse : **un an : 2000 francs six mois : 1 000 francs**

Etranger (sauf Belgique et Luxembourg) :
un an : 2 500 francs six mois : 1 250 francs

Belgique et Luxembourg :
un an : 325 f belges six mois : 163 f belges

Changement d'adresse : 30 F en timbres-poste français ou l'équivalent en monnaie étrangère

N° 3222 Octobre 1953

LA NATURE

OU EN EST L'HYDRAVIATION ?

Les possibilités respectives de l'hydravion et de l'avion ont souvent été comparées et ont provoqué de vives discussions entre les partisans de l'une ou l'autre formule. Or, depuis la guerre, l'hydravion a progressivement disparu des lignes aériennes de transports et, à part quelques amphibies périmés dans des unités côtières, on n'en trouve plus non plus dans les forces aériennes des différents pays.

Cependant, durant toute la période d'entre deux guerres, l'hydravion s'était maintenu à égalité avec l'avion. Sa disparition si rapide semble due à ce que, durant la guerre, il y eut une expansion gigantesque des avions de bombardement et de transport, appareils qui devaient atteindre une vitesse, un rayon d'action et une charge utile les plus grands possibles. Cela entraîna une suite ininterrompue de perfectionnements des avions terrestres : améliorations des formes des cellules, diminution de la traînée, etc., pour obtenir une augmentation constante des performances.

Pendant ce temps les études relatives aux hydravions modernes étaient abandonnées si bien qu'aujourd'hui l'hydravion compte environ cinq années de retard dans le domaine technique sur l'aviation terrestre.

Les ingénieurs spécialisés dans les questions d'hydravion se sont remis à la tâche et la sortie de l'hydravion géant de transport Saunders-Roe « Princess » qui a fait son premier vol le 22 août 1952 a marqué le renouveau de l'hydravion.

Nous essayerons de dégager les orientations actuelles et les possibilités futures de l'hydravion d'après les derniers perfectionnements qu'on y a apportés.

Progrès techniques. — Les premières études ont porté sur la diminution de la traînée des coques et redans et sur leur affinement aérodynamique. En effet depuis l'avènement du train d'atterrissage escamotable sur les avions et les incessants progrès dans le dessin des structures, l'hydravion subissait un handicap considérable.

L'essai d'un redan escamotable en vol ne fut pas couronné de succès, le poids des accessoires inhérents étant prohibitif. La solution qui semble devoir être retenue est un redan caréné en élévation et en plan. C'est ainsi que la traînée de la coque du « Princess » n'est que de 15 pour 100 supérieure à celle d'un corps fuselé alors que, dans les hydravions anciens, elle était supérieure d'environ 30 pour 100.

La société de constructions Convair est allée plus loin et ses ingénieurs ont préconisé l'utilisation de l'aile-coque, conjuguée avec un dispositif tendant à supprimer en glissade sur l'eau le rejaillissement connu sous le nom de « spray-dam ». En vue d'avoir une faible résistance au décollage, on a choisi un compromis entre quatre termes additifs : la traînée aérodynamique, la résistance engendrée par la formation des vagues ou résistance de sillage, la résistance d'hydroplanage et le frottement. En cherchant à réduire une seule de ces composantes, la traînée par exemple, on faisait trop croître les autres.

Enfin, une troisième solution a consisté à utiliser des hydroskis pour le décollage et l'amerrissage. Convair a également fait des recherches dans ce sens, en collaboration avec le NACA qui a effectué des essais de traînée dans son tunnel hydrodynamique, et le plus récent hydravion de chasse américain dont nous parlerons plus loin, le X.F.2.Y-1, est justement équipé d'hydroskis (fig. 1). Ce sont en quelque sorte des skis nautiques entièrement rétractables en vol. Ils permettent un allègement du fuselage-coque, celui-ci étant alors libéré de la contrainte de soutenir l'hydravion au cours de l'hydroplanage.



Fig. 1. — *L'hydravion Convair X.F.2.Y-1 « Sea-Dart ».*
On voit les deux hydroskis, qui sont escamotables.
(*Photo* Consolidated Vultee).

Une autre question importante est celle de la stabilité au décollage. Sur les hydravions d'avant-guerre, il se produisait bien des oscillations longitudinales importantes mais on les tolérait parce que la faible accélération des appareils n'atteignait pas des valeurs critiques.

A ce sujet également, l'aile-coque donne satisfaction. En raison de l'abaissement de son centre de gravité, elle possède une stabilité propre de flottaison, sans qu'il soit besoin de lui ajouter des accessoires de stabilisation, tels que des flotteurs en bouts d'ailes. De même, sa tendance au roulis est faible, ce qui est particulièrement intéressant, car les statistiques montrent que la plupart des cas de retournement d'hydravions proviennent de l'immersion à grande vitesse d'une extrémité d'aile dans les vagues.

Le facteur décisif du choix de la configuration générale d'un hydravion est la formation d'embruns. Ils sont de deux sortes :



Fig. 2. — *Le « Sea-Dart » à flot.*
(*Photo* CONSOLIDATED VULTEE).

un embrun en ruban qui prend naissance à l'avant du fond d'hydroplanage et un embrun en cloche qui jaillit à partir de l'arête en contact avec l'eau. Le premier n'abîme pas le revêtement. Par contre, l'embrun en cloche se propageant sur le côté, conditionne la position des pales d'hélices, et même parfois celle de l'empennage horizontal. La hauteur de cet embrun est proportionnlle au carré de la longueur du fond d'hydroplanage.

Les avantages de l'hydravion. — Avant d'essayer de préjuger de ce que seront les hydravions de l'avenir d'après les projets actuellement à l'étude, il est bon de revenir sur les avantages des hydravions, un peu perdus de vue en ces dernières années.

En premier lieu, l'indépendance à l'égard de l'infrastructure au sol est une qualité importante, alors que les investissements en pistes bétonnées, tant pour les besoins militaires que civils, deviennent gigantesques. Au point de vue militaire il est alors possible de se libérer des bases terrestres et, en concevant un hydravion demandant le minimum d'aide externe pour son ravitaillement en carburant et son entretien entre vols, de choisir une base en mer qui donne accès à des territoires autrement peu accessibles.

Pour les appareils de transport civil, la première qualité est le rendement commercial, lié à la charge payante qu'on peut emporter. Or, ce rendement commercial augmente avec la taille de l'avion, pour un type déterminé. Il est donc important pour la rentabilité des compagnies de transport d'augmenter la taille et le poids des avions, et c'est en effet l'évolution que suit la construction aéronautique actuelle. Or la taille des avions terrestres est bornée par la disponibilité de pistes de longueur suffisante, et la limite semble bien près d'être atteinte. Il faudra donc, dans un proche avenir, pour atteindre des capacités élevées, se retourner vers l'hydravion, dont le développement en taille n'est pas aussi limité.

Il reste à résoudre la question des moteurs. Le moteur à piston est maintenant pratiquement abandonné dans les projets d'avions long-courriers. Le turbo-réacteur est encore limité par sa consommation trop grande pour des rayons d'action étendus. Il reste donc à choisir entre le turbo-compresseur et le moteur compound, dont le dernier modèle, le Napier « Nomad » a été évoqué ici-même [1]. L'avantage semble actuellement en faveur du turbo-propulseur et ce sont des moteurs de ce type qui équipent le plus grand hydravion du monde, le « Princess ».

Réalisations actuelles et projets d'avenir. — Au point de vue militaire, on a cherché à profiter de la grande charge utile des hydravions pour en faire des bombardiers. A cause de la grande vitesse que doivent avoir ces appareils, il faut les équiper de turbo-réacteurs. Pour réduire leur consommation de combustible, il reste à choisir des bases de mouillage assez proches de l'objectif, que l'on peut d'ailleurs improviser presque du jour au lendemain.

En ce qui concerne l'hydravion de chasse, on en est dès maintenant au stade des réalisations, puisque deux prototypes ont été construits, l'un en Angleterre, le Saunders-Roe « S.R.A-1 », l'autre en Amérique, le Convair X.F.2.Y-1.

Ce dernier est un hydravion à « aile delta », caractérisé par un long fuselage-coque, flanqué à l'arrière de deux turboréacteurs Westinghouse J-40 de 4 500 kg de poussée (fig. 1 et 2). Une importante dérive suivie de la gouverne de direction s'élève entre les deux réacteurs. Sa grande originalité consiste dans les hydroskis dont il est muni, éclipsables en vol. La marine des États-Unis espère pouvoir utiliser ceux-ci pour catapulter l'appareil sur le pont de n'importe quel navire et le recueillir une fois sa mission accomplie. Les caractéristiques et les performances de cet appareil tout récent, puisqu'il a fait son premier vol fin décembre, ne sont pas encore divulguées.

1. *La Nature*, n° 3207, juillet 1952, p. 203



Fig. 3. — *L'hydravion de chasse S.R.A-1 en vol.*
Appareil équipé de deux turbo-réacteurs axiaux Metropolitan Vickers
(*Photo* SAUNDERS-ROE Ltd).



Fig. 4. — *L'hydravion géant de transport « Princess ».*
(Doc. Ambassade de Grande-Bretagne).

Le S.R.A-1 est plus ancien, puisqu'il remonte à 1947. Il pèse 6 800 kg et est équipé de deux turbo-réacteurs axiaux Metropolitan Vickers, mais il est vraisemblable que si son étude est poursuivie, ces moteurs seront remplacés par d'autres plus puissants (fig. 3).

Un autre problème se pose pour tous ces appareils qui emploient des turbo-réacteurs, c'est la position de l'entrée d'air; il la faut suffisamment éloignée de l'embrun pour que le rendement aérodynamique ne soit pas diminué ; c'est pourquoi la firme Saunders-Roe, dans un récent projet, a étudié une admission d'air placée au-dessus du fuselage.

Telles sont les principales possibilités de l'hydravion au point de vue militaire. Mais, on ne doit pas oublier que celui-ci fut aussi le maître incontesté dans le domaine des longs-courriers, avec le Latécoère 631 « Lionel-de-Marmier » ou le Short « Empire ». C'est dans le but de lui rendre cette place que Saunders-Roe a étudié et construit son hydravion géant de 150 t, le « Princess » (fig. 4). La forme en plan de son aile, avec les sections extrêmes en forte flèche, laisse présager une vitesse de croisière élevée. Il est muni de dix turbopropulseurs Bristol « Proteus » qui lui donnent une puissance totale de 36 000 ch. De part et d'autre de la coque, il y a deux groupes de chacun deux moteurs et vers l'extérieur un moteur isolé. La section de la coque est en forme de huit, et les aménagements sont en deux étages. Rappelons que cette disposition existe déjà sur le Bréguet « Deux-Ponts » et sur le Boeing « Strato-Cruiser ». Conçu primitivement pour la B.O.A.C., l'appareil sera finalement utilisé comme transport de troupes, sa capacité étant de 200 hommes. On le donne comme pouvant transporter une charge de 22 560 kg à 5 850 km, à la vitesse moyenne de 590 km/h.

Telles sont les perspectives que laisse augurer l'hydravion d'aujourd'hui. Nous ne voudrions cependant pas terminer sans aborder un problème d'un avenir plus lointain, celui de la propulsion atomique.

Les États-Unis ont déjà commencé à envisager un avion qui emprunterait sa puissance à la désintégration nucléaire. La faible consommation pondérale de tels propulseurs fait entrevoir la possibilité de très grands rayons d'action. En revanche, l'une des sujétions les plus sévères du propulseur nucléaire sera son poids. Chacun sait qu'un tel moteur comporte de larges écrans protecteurs en plomb ou en béton. Aussi, les premières études indiquent qu'il faudra compter au moins 100 t pour le poids du réacteur, ce qui conduirait à admettre pour l'aéronef qui en serait équipé un poids de 250 t, trop élevé pour un avion terrestre. D'autre part, le poids de carburant consommé étant insignifiant, les poids au décollage et à l'atterrissage seront les mêmes; or, l'atterrissage d'un avion à son poids maximum est une pratique peu courante, alors que pour les hydravions, l'absence d'obstacles et de limites à la course d'amérissage diminuerait les risques et justifierait leur choix.

Enfin, la protection des passagers qui nécessitera l'éloignement des moteurs par rapport à la cabine, s'accommoderait mieux de la formule hydravion puisqu'on pourrait utiliser comme cabines de gigantesques flotteurs placés aux extrémités des ailes, détachables une fois l'appareil à flot.

Ces conceptions un peu hardies semblent un argument de plus pour ceux qui voient dans la propulsion atomique l'avenir de l'hydravion.

Jacques Spincourt.

Ce qu'il en coûte de mettre les points sur les i

D'après le *Bulletin de Métrologie* belge d'avril 1953, un balancier belge vient de construire une balance permettant d'apprécier aisément, par lecture directe, la masse d'un point sur un *i*. On a pu ainsi déterminer qu'un tel point, apposé avec un crayon très pointu n° 2 sur un morceau de papier, pèse en moyenne quelques microgrammes. Un point marqué à l'encre pèse au début environ dix fois plus, pour diminuer graduellement par séchage jusqu'à la valeur d'un point au crayon; on estime que le contenu d'un stylographe ordinaire permet d'apposer environ 100 000 points.

On rappelle à ce sujet qu'à l'Exposition universelle de Liège en 1905, une balance d'une grande sensibilité avait permis de déceler immédiatement, entre deux cartes de visite de même masse signées par le roi Léopold II, celle sur laquelle le souverain avait omis intentionnellement la dernière lettre de son nom.

Le Laboratoire national d'Hydraulique de Chatou

Science d'application, qui s'appuie à la fois sur l'hydrostatique et l'hydrodynamique, l'hydraulique a pour objet l'étude, l'emploi et l'aménagement des eaux. Elle bénéficie grandement, aujourd'hui, notamment en ce qui concerne les installations portuaires et les barrages, de l'utilisation des lois de similitude dégagées et énoncées par les chercheurs du siècle dernier. Grâce à ces lois, en effet, une technique des plus fécondes a pu voir le jour : l'expérimentation sur modèles réduits.

Sur le modèle comme dans la nature, la force agissant sur l'écoulement — champ de la pesanteur — est la même. Si l'on réduit sur un modèle l'échelle des longueurs au centième, l'échelle des surfaces sera réduite au dix-millième, celle des volumes au millionnième. On en déduira aussitôt les échelles de la vitesse (celle-ci se réduit à $\sqrt{100}$, soit au dixième), du débit (produit de la vitesse par la section, donc réduction de l'échelle au cent-millième), des pressions... On peut dire que les lois de similitude sont implicitement contenues dans les équations fondamentales de la mécanique de Newton ($F = M\gamma$; $P = Mg$), les limites de leur application résultant du fait que l'on n'a pas affaire à des fluides parfaits et qu'il faut tenir compte de la viscosité, de la tension superficielle, etc.

C'est en France que furent réalisées les premières expériences systématiques de ce genre, lors des travaux de Fargue pour combattre l'envasement de la Gironde (1876). De nombreux laboratoires (aux États-Unis, en Allemagne, en Italie, en Belgique, en Hollande, en Suisse, en Tchécoslovaquie...) ne tardèrent pas à se consacrer à de semblables études. En France, outre les établissements spécialisés de Grenoble, de Toulouse, le Laboratoire national d'Hydraulique de Chatou, un des plus importants du monde, né au cours des années 1945-1946 d'un projet d'avant-guerre de la Direction des ports et voies navigables du ministère des Travaux Publics, ainsi que des nécessités de l'équipement hydro-électrique centralisé par l'Électricité de France, fonctionne sous l'autorité d'un comité de direction composé de personnalités de la Direction des ports et voies navigables et de personnalités de l'E.D.F. Les fonds d'investissement lui sont fournis par chacune de ces deux administrations, à parts égales. Son budget d'exploitation est autonome et géré de façon à couvrir ses frais sans profits ni pertes. Il est administré par l'Électricité de France.

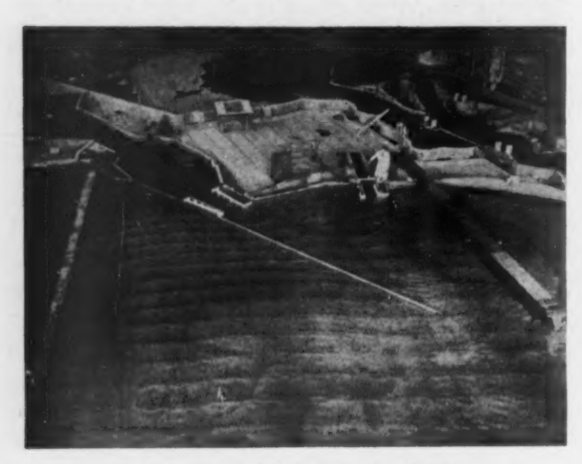


Fig. 1. — *Modèle du port de Dunkerque.*
On remarque la houle dans l'avant-port (*Laboratoire national d'Hydraulique*).

Le Laboratoire de Chatou présente l'avantage d'être épaulé par un service de l'Électricité de France, que dirige M. André Nizery, service habilité à vérifier la bonne similitude des ouvrages réalisés dans la nature avec les modèles expérimentaux. Ainsi se trouvent coordonnées toutes les opérations, depuis la préparation des études jusqu'aux conclusions tirées des résultats obtenus.

Le personnel de la direction du Laboratoire assure en même temps l'enseignement de l'hydraulique dans les Grandes Écoles, M. André Nizery à l'École des Ponts et Chaussées, M. Henri Gridel à l'École Centrale. La formation de stagiaires étrangers figure parmi les attributions générales du Laboratoire. Celui-ci est visité par tous les techniciens de l'hydraulique de passage en France, ce qui représente annuellement plus de six cents visiteurs étrangers.

Le Laboratoire est implanté dans l'île de Chatou, sur un terrain de dix hectares, susceptible d'extension. Il possède les aménagements les plus modernes, les plus spécialement adaptés à ses fins, et comporte bâtiment d'administration, salle de conférences, halls d'essais, hall à canaux et installations multiples (ateliers, magasin, parc à matériaux et station de criblage, postes de transformation, magasins des appareils de mesures hydrauliques, laboratoire de photographie et de cinématographie, chaufferie, garages...). Les halls d'essais actuellement en service couvrent une surface de 10 000 m². Chacun a une ouverture de 35 m et une longueur de 85 m, avec un faux plafond situé à 12,50 m au-dessus du plancher de travail. Parmi ceux-ci, il y a lieu de signaler particulièrement un ensemble de trois grands halls, réalisés pour les cinq neuvièmes de la surface prévue, d'un seul tenant d'un hectare.

Notons que la hauteur de 12,50 m des plafonds n'a pas été choisie arbitrairement. Outre l'intérêt que cette élévation présente quant aux prises de vues, elle autorise la construction de modèles présentant de grandes dénivellations. D'autre part, la pression atmosphérique correspondant à une colonne d'eau haute de 10 m, on peut ainsi, pour l'étude sous vide des phénomènes de cavitation, utiliser commodément, sans complications expérimentales, la chambre barométrique d'une telle colonne.

Des ponts roulants assurent la manutention des charges dans les halls. Huit caissons de force motrice permettent d'y distribuer une puissance de 100 kW par caisson en courant triphasé 380/220 V. Le chauffage de l'ensemble est assuré par des appareils à air pulsé disposés sur des plateformes à 3 m du sol. Une disposition spéciale permet d'éviter la perturbation des plans d'eau par l'air de reprise.

Le Laboratoire occupe environ cent-cinquante personnes dont vingt-huit ingénieurs hautement spécialisés dans l'hydraulique et la délicate technique de l'application des lois de similitude, et une quarantaine d'assistants techniques. Il se consacre à l'étude de tous les problèmes d'hydraulique, problèmes qui sont traités simultanément par le calcul théorique et par l'observation des phénomènes sur modèle réduit. Cette observation est conduite avec un souci poussé à l'extrême de précision expérimentale.

Fidélité des maquettes. — La complexité des phénomènes que l'eau présente dans la nature est telle que les ingénieurs les plus habiles sont incapables de prédéterminer valablement, avec certitude, les ouvrages (barrages, digues, épis, etc.) qu'ils se proposent d'exécuter. Les essais sur modèles réduits permettent d'observer tous les mouvements de l'eau et, plus ou moins empiriquement, par tâtonnements successifs, de préciser les structures et les formes qui s'affirment les meilleures. Ici, le flot minuscule qui, à vos pieds, assaille de menu gravier ce parapet de quelques centimètres, se comporte, toutes proportions gardées, comme le bélier d'eau lancé du large contre un môle puissant (fig. 1).

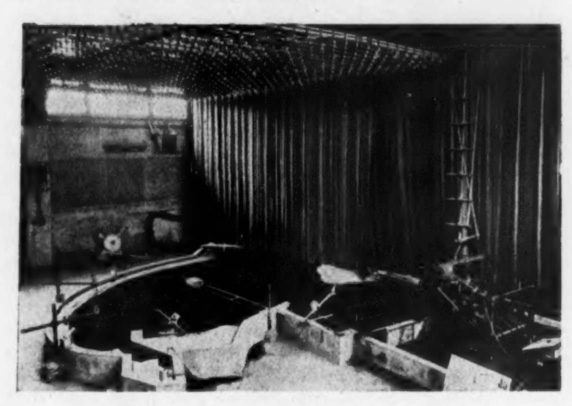


Fig. 2. — *Étude de l'agitation du plan d'eau par la méthode du « ciel étoilé ».*
Modèle du port de Tamatave au Laboratoire de Chatou ; la photographie des reflets des lampes sur le plan d'eau renseigne sur l'agitation ; les lignes de niveau ont été tracées en blanc sur le fond noir du modèle.

Mais la similitude ne joue pas dans tous les cas. Il faut alors recourir à des analogies. Souvent, on se trouve amené à pratiquer la *distorsion*, c'est-à-dire à faire délibérément, dans une direction choisie, une entorse à l'échelle générale adoptée. Il sera commode, par exemple, dans certains cas, d'adopter des échelles différentes pour la surface et pour la profondeur. Si l'on conservait toutes les proportions géométriques, il pourrait arriver, par exemple, que la couche d'eau dans la maquette soit d'une trop faible épaisseur, ce qui mettrait en jeu des effets de tension superficielle et de capillarité qui fausseraient les résultats. Des erreurs peuvent aussi provenir des impuretés de l'eau qui modifient la densité et surtout la tension superficielle. Aussi doit-on soigneusement veiller à la propreté des bassins et de leur contenu.

Dans l'interprétation des résultats, il faudra, bien entendu, tenir compte des distorsions introduites et apporter les corrections nécessaires. La distorsion, mal nécessaire mais parfois bienfaisant, est très souvent de règle en ce qui concerne les sédiments alluvionnaires; dans une maquette de grande emprise où l'échelle du millième, par exemple, peut être imposée, on ne saurait utiliser des grains de sable dont les dimensions seraient réduites également, comme le prévoient les lois générales de la similitude, au millième. Il faut donc employer des matériaux dont la vitesse critique d'entraînement soit dans une proportionnalité définie avec celle des sédiments naturels, afin que les effets de cheminement et d'accumulation se trouvent fidèlement reproduits dans le modèle réduit, et ce fait implique l'emploi de la distorsion en hauteur.

La vérification, dans les moindres détails, de la fidélité de la maquette, où figurent en petit les moindres accidents du site étudié, constitue le « tarage ». Lorsque le tarage a permis de constater que tous les phénomènes observés dans la nature se reproduisent bien exactement dans la maquette, on peut alors passer aux expériences constructives.

Méthodes et appareils de mesure. — Les mesures de vitesse d'écoulement s'effectuent par la méthode chronophotographique ou bien à l'aide de tubes spéciaux dits de Pétot et de moulinets d'une grande sensibilité. Il est à souligner que les techniques photographiques et cinématographiques jouent actuellement, dans l'expérimentation hydraulique, un rôle capital. Dans les modèles aussi bien que dans la nature, elles constituent un puissant moyen d'investigation et de contrôle, soit qu'elles permettent, en visualisant les écoulements, d'en déterminer qualitativement l'allure, soit que, par l'enregistrement des déplacements de flotteurs ou de matières suspendues, elles permettent de mesurer avec une bonne précision la valeur absolue des vitesses et leur direction, soit encore qu'elles se contentent d'enregistrer fidèlement les indications d'un autre appareil de mesure que l'observateur ne pourrait suivre en permanence et sans défaillances. Innombrables apparaissent ici les possibilités d'applications, les plus séduisantes étant sans doute celles dans lesquelles la rapidité de l'enregistrement autorise la saisie et l'analyse des phénomènes inaccessibles à nos moyens directs d'observation; celles, encore, dans lesquelles la prise de vue d'un mouvement périodique se prolonge par une analyse de ses différentes composantes.

Les hydrauliciens utilisent couramment, entre autres, la méthode optique dite « du ciel étoilé », qui consiste à disposer, au-dessus du plan d'eau à examiner, un réseau de lampes électriques et à photographier les images de ces lampes lorsque la houle est créée sur le bassin (fig. 2). Les trajectoires de ces images renseignent selon leur extension, sur les éléments caractéristiques de la houle et des éventuels clapotis. Signalons encore la « visualisation » des courants au moyen de boules de verre éclairées par des flashes électroniques à la cadence d'un éclair par seconde (fig. 3).

C'est pourquoi le laboratoire spécialisé possède une gamme complète d'appareils photographiques et de caméras cinématographiques adaptés à tous les cas qui peuvent se présenter.

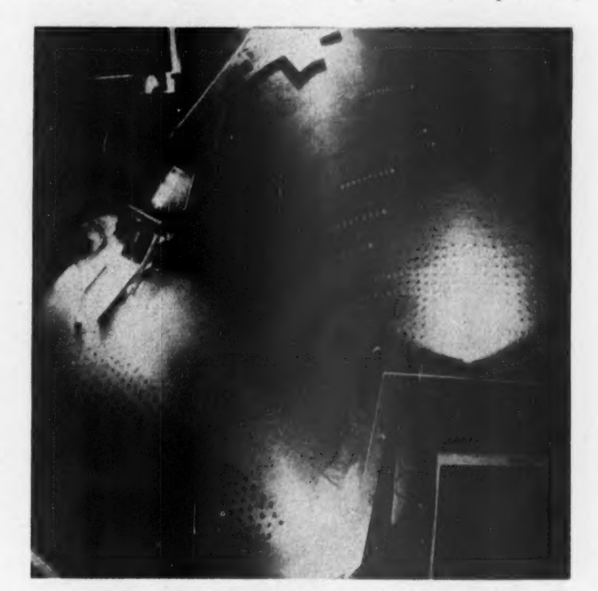
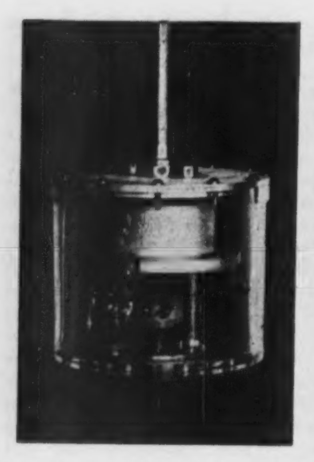


Fig. 3. — *Un procédé de « visualisation » des courants.*
Modèle de la Loire maritime au Laboratoire de Chatou ; des boules de verre, éclairées à la cadence d'un éclair par seconde et photographiées, matérialisent les courants qui les déplacent.



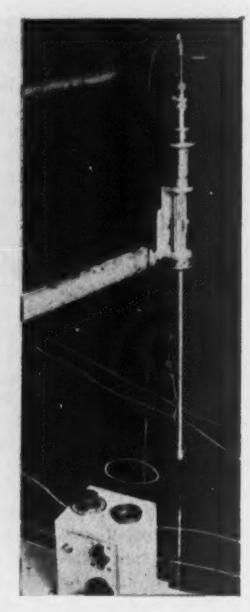


Fig. 4 et 5. — *Appareils de mesure de niveau.*

A gauche, détail de l'appareil utilisant un détecteur de niveau à pointe vibrante. *A droite*, pointe limnimétrique avec détection électronique du contact.

Les appareils de petit format à très grande ouverture, qui s'adaptent remarquablement bien aux prises de vue difficiles, sont fréquemment utilisés. Mais on emploie aussi des appareils de photographie aérienne adaptés à la photographie à grands angles d'ouverture. Quant aux caméras cinématographiques, on recourt aussi bien à la caméra lente (jusqu'à 8 images par seconde) qu'à l'ultra-cinéma qui peut prendre 6 000 images par seconde.

Parmi les appareils de mesures hydrauliques mis au point à Chatou, citons l'enregistreur de niveau variable, dont la précision est meilleure que le vingtième de millimètre, et qui peut répondre à des vitesses de variations de plans d'eau supérieures à 5 cm/s; le limnigraphe différentiel, destiné aux mesures et enregistrements de différences de niveau très faibles, dont la précision (de l'ordre du centième de millimètre) a permis, d'une part de réduire l'échelle de certains modèles, d'autre part d'analyser des phénomènes inaccessibles aux appareils de mesure classiques (fig. 4 et 5).

Ces appareils utilisés au Laboratoire s'appliquent plus particulièrement aux mesures sur modèles, mais on a également créé à Chatou des appareils spéciaux pour les mesures *in situ* dans la nature : c'est ainsi qu'il existe maintenant un manomètre pour la mesure et l'enregistrement de la houle naturelle à partir des variations de la pression sous-marine au voisinage des fonds, un dispositif hydraulique compensant à chaque instant la pression moyenne et permettant ainsi à l'appareil placé au fond de la mer de mesurer seulement les variations de pression consécutives au passage des vagues. Une caractéristique intéressante d'un des appareils de ce genre est qu'il fonctionne de façon autonome pendant trois mois. On n'a pas besoin de le relier à la terre par un câble et on peut ainsi le placer en pleine mer sans difficultés.

Par ailleurs, le Laboratoire a adapté et généralisé l'emploi des jauges à fil résistant dans les manomètres et dynamomètres à réponse rapide, dont les mesures peuvent être facilement enregistrées.

L'équipement spécialisé du Laboratoire comprend surtout des générateurs de marée et de houle. Les modèles à marée étant alimentés par un flux constant, la marée y est obtenue par la manœuvre d'une vanne d'évacuation commandée par un appareil assujetti à suivre dans le temps le programme de variations du niveau de l'eau en un point déterminé. Les générateurs de houle comprennent essentiellement un volet de 3 m sur 40 cm qui oscille suivant un mouvement complexe autour de son axe inférieur, lui-même animé d'un mouvement sinusoïdal dans un plan horizontal. Les possibilités de variation de l'angle d'oscillation, de l'élongation du mouvement de l'axe, de la vitesse du mouvement, permettent de réaliser toutes les amplitudes et périodes désirables sans introduction d'harmoniques fâcheuses.

Les études en cours. — L'activité du Laboratoire porte sur de nombreuses études, classables en quatre grandes catégories. Ce sont, en premier lieu, les problèmes relatifs aux écoulements hydrauliques simples (évacuateurs de crues (fig. 6 à 10), cheminées d'équilibre, pertes de charge), qui se rapportent généralement à la mécanique des fluides. Deuxième série

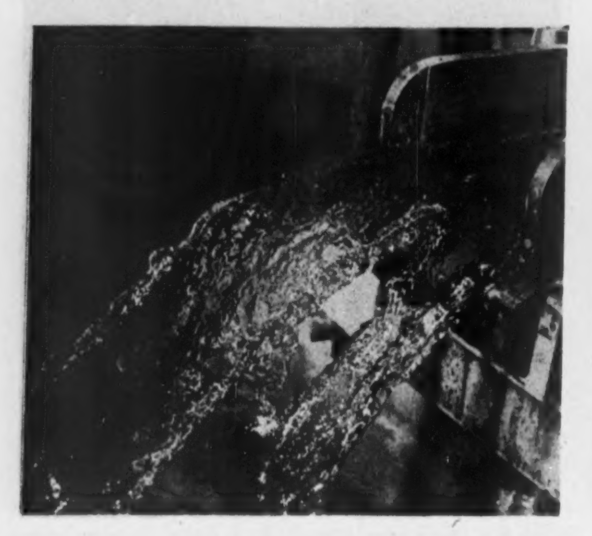




Fig. 6 et 7. — *Évacuateur de crues de Bort-les-Orgues.*

A gauche, le modèle du Laboratoire de Chatou. *A droite*, l'évacuateur réel. La déchirure de la veine d'eau sur le modèle se retrouve en vraie grandeur.



Fig. 8. — *Modèle du barrage d'Ir-il-Emda (Algérie).*
Tous les accidents de la vallée sont reproduits ; au fond, l'évacuateur de crues (*Photos Laboratoire national d'Hydraulique*).

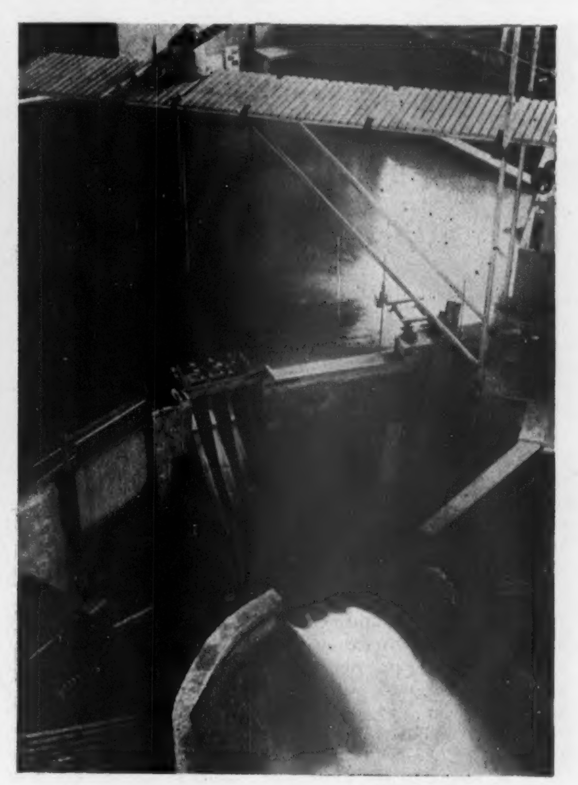


Fig. 9. — *Évacuateur de crues du modèle d'Ir-il-Emda.*
(*Photos Laboratoire national d'hydraulique*).

d'études, celle des écoulements avec débits solides (prises d'eau, barrages), dans lesquelles se retrouvent les problèmes généraux de l'hydraulique. On sait que tout écoulement hydraulique limité par des parois constituées de matériaux mobiles, comme c'est le cas pour un cours d'eau naturel, agit sur ces parois en déplaçant leurs matériaux constitutifs. Il se produit donc, superposé à l'écoulement liquide, un transport solide qui peut revêtir des aspects très variés, soit dans sa forme (charriage le long des parois, saltation de particules, mise en suspension et transport en suspension...), soit dans ses effets (érosion, dépôts, etc.). L'étude de ces phénomènes est complexe, car elle déborde le domaine de l'hydraulique pure pour atteindre la mécanique des terres et la géologie dynamique. Parties de la vieille théorie du Français Du Boys, de nombreuses recherches théoriques et expérimentales se poursuivent dans plusieurs pays et on tente constamment de les recouper par des observations directes sur des phénomènes naturels. Or, les connaissances acquises dans ce domaine intéressent au plus haut point aussi bien le constructeur de barrages et de centrales hydro-électriques (fig. 8) que l'ingénieur qui aménage les cours d'eau à écoulement libre, et même le constructeur de ports, dont les réalisations sont sans cesse menacées par l'envahissement des sables du rivage ou le déplacement perpétuel des chenaux des estuaires. Ainsi, dans le domaine assez étroit de l'hydraulique expérimentale, se trouvent groupés les praticiens des travaux hydrauliques de tous les genres qui peuvent se présenter dans les réalisations.

De Dunkerque à Tamatave. — Une visite du Laboratoire de Chatou nous permettra de voir un certain nombre de modèles et de dispositifs d'essais.

Voici les modèles de Port-en-Bessin (au 100e), où l'on détermine les causes de l'agitation de l'avant-port et du premier bassin et où l'on étudie les nouveaux aménagements prévus, de façon à ne pas y retrouver cette agitation ; du barrage du Djen-Djen, Algérie (au 60e), dont on étudie les évacuateurs « en saut de ski », en cherchant la forme d'ouvrage qui réduit le plus possible le danger du jet maximum de l'évacuateur, afin de limiter les dépenses des murs de protection ; de la baie et du port de Tamatave (échelle des longueurs : 1/400 ; échelle des hauteurs : 1/100), pour l'étude de la houle et des seiches dans le plan d'eau de la baie et dans le port après fermeture de la passe Sud (fig. 2) ; du port de l'Ile de la Réunion (échelle 1/150) où l'on tente de désensabler définitivement la passe d'entrée toujours menacée d'obstruction par un violent cheminement sous-marin de galets de gros volume.



Fig. 10. — *Sortie de l'évacuateur de crues d'Ir-il-Emda.*
Visualisation des lignes de niveau par fils de laine disposés après un certain temps d'écoulement dans le modèle.

Voici un canal fixe (longueur : 30 m ; section : 1 m²) où

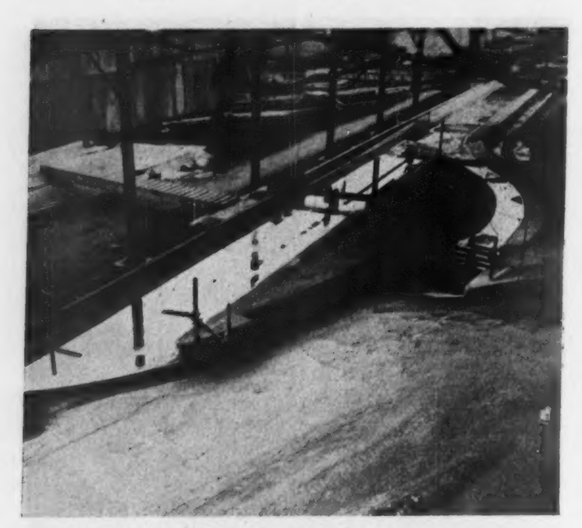


Fig. 11. — *Modèle des ouvrages de prise de Donzère.*
Vue d'ensemble de la prise d'eau (*Laboratoire national d'Hydraulique*).

l'on étudie systématiquement les écoulements avec transport de matériaux en suspension, en faisant varier divers paramètres : hauteur d'eau, vitesse, dimensions des grains de sable, poids moyen de sable par litre d'eau. Auprès, un canal inclinable (longueur : 20 m; largeur variable; pente : de — 1 à + 10 pour 100) sert à d'autres essais systématiques, en particulier à l'étude des courants de densité. Un autre canal, de 40 m de longueur, est utilisé pour étudier la stabilité des talus (écoulement de section uniforme sur un fond de matériau homogène). Enfin, un grand canal vitré, long de 80 m, large de 1,5 × 1,5 m permet l'étude systématique de la houle.

Ce sont encore : le modèle de la vallée de la Durance à Serre-Ponçon (au 200e), où l'on étudie les infiltrations dans les alluvions sous le barrage, les alluvions y étant figurées par un sable dont le comportement est vérifié par comparaison entre la nappe phréatique dans le modèle et celle existant dans la nature; le modèle de la prise d'eau de la Brillanne sur la Durance (échelle : 1/75 et 1/50), où l'on recherche les moyens de protéger la prise d'eau existante contre les entrées de matériaux solides; le modèle du port d'Audierne (échelles : 1/150 et 1/100), qui reproduit les courbes de marée dans la rivière et les bancs de la barre à l'entrée, et où un dispositif d'amélioration du chenal est à l'essai afin de remédier à l'ensablement du port.

A propos du modèle au 100e du port de Dunkerque (étude de l'agitation dans l'avant-port) (fig. 1), il faut noter que le Laboratoire de Chatou a, le premier, fait appel, dans les dispositifs de protection, au fait que la houle est un phénomène périodique. La théorie élaborée à ce propos a été confirmée par l'expérience suivante. Si, dans un canal où se propage la houle, on veut protéger une certaine zone, il suffit de disposer immédiatement en amont de la zone du canal à protéger deux bassins transversaux en communication avec le canal, bassins de dimensions telles que le volume d'eau qu'ils contiennent soit en résonance avec la période de houle considérée. Ces volumes se mettent à osciller et produisent une réflexion de la houle en imposant dans leur axe un nœud de déplacement vertical. Appliqué, ce principe a donné des résultats tout à fait impressionnants.

Usine-pile, estuaires, déchargeur... — Diversement remarquables, les modèles d'Argentat, de Loire et Gironde, de Montélimar, de Fessenheim...

En ce qui concerne Argentat, on étudie (échelle : 1/50) le comportement de la rivière avant et pendant la construction du barrage et dans les diverses conditions possibles d'exploitation. Il s'agit ici d'une « usine-pile », trois groupes « turbines-alternateurs » devant être installés dans les piles de l'ouvrage.

Pour la Loire et la Gironde, deux grands modèles d'estuaires ont été réalisés (échelles : 3/2 000 et 1/100) en tenant compte de la nécessité de reproduire les phénomènes des marées jusqu'à la limite de remontée de celles-ci, d'où le repli en labyrinthe de la partie amont. Le réglage hydraulique s'effectue en partant d'un fond lisse auquel on ajoute des rugosités artificielles (petits cylindres métalliques, boulets de charbon...), jusqu'à ce que, pour tous les débits connus de la rivière et tous les coefficients de marée, les courbes de marée relevées en différents points soient superposables à celles de la nature. Pour la Loire (fig. 3), on étudie les problèmes posés par l'amélioration du chenal navigable afin de faciliter les accès au port de Nantes; pour la Gironde, on cherche également à aménager le chenal de navigation, particulièrement dans la région du Bec d'Ambès. Le problème de la Gironde s'apparente à celui de la Loire. Il en diffère toutefois par l'abondance des matériaux en suspension.

L'ouvrage hydro-électrique de Montélimar fait suite à celui de Donzère dans le plan de mise en valeur du Rhône. L'expérience ayant montré, sur un modèle des ouvrages analogues de Donzère, la remarquable fidélité de ses résultats, tant pour les vitesses de courant et les agitations de surface que pour le comportement des fonds de la rivière en chaque circonstance, le Laboratoire de Chatou a pu présenter à la Compagnie nationale du Rhône, avec une réelle certitude, les avantages et inconvénients des différents dessins élaborés par les ingénieurs. Le modèle a permis un choix définitif, s'étendant du principe et des formes générales de l'ouvrage au déroulement du programme de construction. Comme pour Donzère, les détails des projets sont donc repris ici, suivis des essais relatifs à chaque phase de construction, selon la méthode qui a permis aux maîtres d'œuvre de Donzère d'ignorer tout incident de chantier (fig. 11 et 12).

L'étude du déchargeur de Fessenheim (Haut-Rhin) comporte la mise au point d'un dispositif original de diffusion de l'énergie, c'est-à-dire une manière de brise-jet constitué par un massif bétonné hérissé de barres horizontales et espacées, disposées suivant un certain groupement, en travers de l'écoulement.

Air pour eau, eau pour air. — A tout écoulement de fluide, qu'il s'agisse d'un gaz (air, oxygène, gaz carbonique,

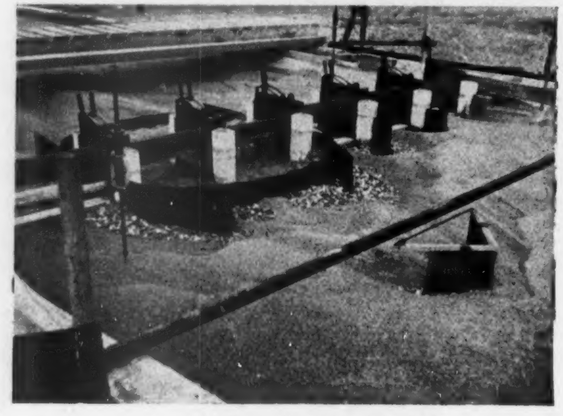


Fig. 12. — *Barrage du Rhône à Donzère.*
Modèle pour l'étude des fonds pendant la construction de la pile 5 (*L. N. H.*)

chlore, etc.) ou d'un liquide (eau, huile, pétrole, mercure...) s'applique une même formule, celle du nombre de Reynolds :

$$R = \frac{vl}{\nu}.$$

v désigne la vitesse de l'écoulement; l, le diamètre du tuyau; ν la viscosité dynamique, c'est-à-dire la viscosité absolue μ rapportée à la densité ρ du fluide.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}.$$

La loi de similitude à faire intervenir quand on change de fluide est basée sur l'égalité des nombres de Reynolds.

On peut ainsi étudier la rugosité d'un tronçon de galerie d'amenée en cours de construction en y établissant un courant d'air à l'aide d'un ventilateur. D'après la perte de charge de ce tronçon, on détermine ce que sera la perte de charge avec de l'eau.

Inversement, on peut étudier avec de l'eau ce qui est destiné à fonctionner avec de l'air. Citons à ce propos le modèle réduit de la chambre de fumée de l'usine thermique Arrighi dans lequel, au lieu d'air, on fait courir de l'eau pour vérifier la continuité des filets.

(L'hydraulique peut souvent apporter aide au thermique, comme en témoigne, d'autre part, le modèle représentant le circuit des eaux de condensation de l'usine de Gennevilliers, circuit étudié à l'aide de flotteurs lumineux).

Ce sont là travaux extrêmement minutieux et de longue durée, requérant beaucoup de savoir et aussi beaucoup d'intuition de la part des ingénieurs qui les dirigent, secondés par des assistants techniques de premier ordre. Quant aux ouvriers, qu'il s'agisse des hommes du fer ou du bois, des électriciens ou des maçons, ce sont, indispensablement, des ouvriers de grande finesse : tout ce qui s'exécute ici doit l'être de la façon la plus rigoureusement précise, car, en cet étonnant royaume de Lilliput, tout compte, la moindre déformation au milieu d'un bassin, voire un simple petit caillou, et il faut pouvoir s'en remettre autant au maçon édifiant une digue-joujou qu'à l'ingénieur qui, de sa cabine, suit, sur ses appareils ultra-sensibles l'exploitation systématique du modèle et donne les ordres nécessaires. Moyennant cette minutie à la fois théorique et expérimentale, cette patience, cette coordination parfaite des efforts, les hydrauliciens obtiennent, dans le monde en réduction de leurs maquettes, des résultats qui étonnent, résultats grandement utiles, puisqu'ils fournissent aux constructeurs des indications décisives leur épargnant incertitudes, déboires, échecs, d'où la réalisation d'économies considérables.

Fernand Lot.

NOUVEAUX GISEMENTS DE MANGANÈSE

Le monde occidental souffre d'une pénurie de manganèse depuis que l'Union Soviétique a cessé ses exportations. Les États-Unis, par exemple, sont à la recherche de nouveaux gisements de ce métal, indispensable à la métallurgie moderne.

L'U.R.S.S. s'est toujours placée en tête des pays producteurs. La moyenne des années 1936-1939 s'établit autour de 2 700 000 t de minerai à 50 pour 100, soit l'équivalent de 1 350 000 t de métal. Plus de la moitié du manganèse mondial provient des mines soviétiques de Georgie (Tchiatoura), d'Ukraine (Nikopol), de l'Oural et de l'Altaï. L'avenir de ces mines semble particulièrement brillant, puisque les réserves étaient déjà estimées en 1939 à 660 millions de tonnes, soit les trois quarts des réserves alors reconnues dans le monde entier.

Pendant longtemps, et y compris l'immédiat après-guerre, le manganèse servit aux Russes de monnaie d'échange avec les pays occidentaux. Les États-Unis notamment étaient de gros acheteurs (le manganèse est un des rares produits miniers qui leur font défaut) et livraient en retour des machines-outils et des marchandises de précision. Depuis l'interruption des courants commerciaux entre l'Est et l'Ouest, ils ont dû se tourner ailleurs.

Leur propre sous-sol recèle, notamment en Géorgie, quelques gisements de manganèse, jusqu'ici délaissés parce que d'exploitation peu rentable dans le cadre du système économique américain, où la considération du prix de revient est importante. Il s'agit, en effet, le plus souvent de minerai à basse teneur, inférieure à 30 pour 100. Des expériences sont toutefois en cours en vue de leur utilisation industrielle. D'autre part, une usine de récupération fonctionne à Pittsburg depuis 1951, pour traiter les crassiers des fours Martin. Mais cet effort est très loin de suffire aux énormes besoins de la métallurgie américaine, qui a importé en 1951 1 700 000 t de minerai de manganèse.

La plus grande partie de ces importations est fournie par les producteurs traditionnels, Gold Coast, Afrique du Sud, Inde. Mais leurs envois ne suffisent plus à satisfaire une demande accrue ; d'où l'intérêt actuellement porté par de grandes sociétés métallurgiques américaines, notamment l'U. S. Steel Corp., à un producteur longtemps secondaire : le Brésil. L'Export Import Bank a consenti un crédit de 67 millions de dollars destiné à la mise en exploitation des gisements du Matto Grosso et à l'intensification de la production dans les États de Bahia et Minas Geraes. Quatre millions de tonnes de minerai à extraire ont été achetés d'avance pour les prochaines années. D'autres efforts de prospection sont en cours, pour le compte des États-Unis, au Mexique et à Cuba.

Une société mixte franco-américaine est d'autre part prévue pour la mise en valeur d'un gisement de manganèse reconnu au Gabon (Haut-Ogooué, région de Franceville). Il s'agirait d'un gisement de 50 millions de tonnes de réserves de minerai à 50-55 pour 100, teneur comparable aux plus riches minerais mondiaux.

Un dernier pays prend une place croissante parmi les producteurs de manganèse : le Maroc (228 000 t en 1949, 334 000 en 1951) ; mais il réserve pratiquement ses exportations à la France. Deux gisements sont actuellement exploités : le principal est celui de Bou-Arfa, au Maroc oriental, relié par voie ferrée normale au port de Nemours (minerai assez pauvre, 30 pour 100 environ de teneur). Le gisement de l'Imini, sur le versant sud du Haut-Atlas, est plus intéressant comme teneur et comme réserves probables ; mais il est mal relié à Marrakech par une seule route empruntant le col élevé du n'Tichka, à plus de 2 000 m ; la construction d'une voie ferrée est envisagée : elle sera coûteuse et nécessitera le percement d'un long tunnel.

Cette prospection au Maroc et en A.E.F. est particulièrement intéressante pour la France, qui ne tire de son sous-sol que des quantités infimes de manganèse (quelques centaines de tonnes en Ariège et en Mâconnais).

Une industrie de la truite

Le *Bulletin de l'Institut international du Froid* rapporte, d'après la revue américaine *Quick Frozen Foods*, que le « X man Trout Ranch » est le plus grand producteur de truites du monde. Les 36 bassins de cet élevage contiennent plus de trois millions de ces poissons. La température de l'eau est maintenue à 9°-10° C et aérée par des rampes d'aspersion. Les truites convenant à la vente sont pêchées par deux méthodes : des filets aux mailles calibrées laissent passer les poissons de trop petites dimensions, ou bien un calibreur mécanique est disposé en travers d'un canal en cul-de-sac. On récolte environ 20 kg de poisson à la fois.

Les truites fraîchement pêchées sont transportées vivantes à l'usine de préparation. En quinze minutes le poisson est tué, éviscéré, lavé, séché par passage sur un rouleau éponge, puis chaque pièce est enfermée dans un sac de cellophane ; on les groupe dans des cartons de 0,5 à 1 livre. La capacité de production de l'installation est de 900 kg par jour.

LES SYNTHÈSES dans la vie des plantes

I. Bilan de la photosynthèse

L'activité synthétique est la caractéristique des êtres vivants. Assimiler, croître et faire des synthèses sont synonymes. S'intégrer une substance, s'accroître à ses dépens, la transformer en molécules vivantes, nécessitent un pouvoir d'élaboration que possèdent tous les organismes.

Les uns, comme l'homme, recherchent dans la nature des aliments organiques complexes : des sucres, des protéines, des graisses, des vitamines, et ne font que les transformer en molécules identiques à celles de leur propre corps. La matière première qu'ils utilisent appartient à d'autres êtres vivants, animaux ou végétaux, qui l'ont déjà élaborée. Herbivores et carnivores sont tributaires des plantes, nourriture de base de tous les animaux. La transformation d'un sucre végétal en sucre animal, en glycogène hépatique par exemple, ne nécessite que quelques retouches qui intéressent les détails de la structure des molécules. Il en est de même pour les protéines caractéristiques de chaque être; ce sont les mêmes acides aminés qui, différemment unis entre eux, les constituent toutes.

L'homme, les animaux, les champignons et la plupart des bactéries trouvent ces matières premières dans les plantes vertes dont ils ne peuvent se passer. Ils ne peuvent réaliser la synthèse des chaînes carbonées de base qui sont nécessaires à leur entretien et à leur croissance. Ils ne peuvent que les transformer légèrement et les dégrader. De la dégradation, ils tirent l'énergie nécessaire à leurs propres synthèses, à leur mouvement, à leur équilibre thermique. On les dit *hétérotrophes*.

La dégradation des substances organiques nécessaires à leur vie, principalement par oxydation respiratoire, restitue au monde minéral, sous forme de gaz carbonique et d'eau, le carbone et l'hydrogène des molécules organiques.

La réserve alimentaire constituée actuellement par les plantes vertes, si elle ne se renouvelait pas, permettrait aux êtres hétérotrophes de vivre dix à vingt ans au plus. Durant cette période, les molécules organiques disponibles en ce moment seraient totalement transformées en substances minérales telles que le gaz carbonique, l'eau, les nitrates. La vie des hétérotrophes se déroule dans un régime permanent d'oxydations qui tendent à transformer les substances organiques complexes et instables en substances minérales plus simples et plus stables.

A ce propos, le protoplasme peut être comparé à un fragile château de cartes constamment détruit et constamment reconstruit, tant que dure sa vie. Son équilibre, sa pérennité, toujours menacés par la présence de l'oxygène, demandent un apport constant d'énergie que lui fournit l'oxydation d'une fraction des aliments.

La vie des hétérotrophes exige donc à la fois un apport matériel de molécules organiques assimilables et un apport énergétique obtenu par la dégradation d'une partie d'entre elles.

La photosynthèse. — Les plantes vertes portent le fardeau de ce double apport, grâce à leur pouvoir synthétique. Ce pouvoir a un double aspect. Elles peuvent assimiler les matières minérales, les transformer en molécules organiques et, pour ce faire, utiliser l'énergie solaire. On les dit *autotrophes*, puisqu'elles ne sont pas tributaires des autres êtres vivants. Leur pouvoir tient à leur capacité d'utiliser l'énergie lumineuse pour transformer le gaz carbonique, l'eau, les nitrates, substances stables, en molécules organiques riches d'énergie potentielle, telles que les sucres et les protéines.

Certaines bactéries effectuent également la synthèse des substances organiques en partant d'aliments purement minéraux et en utilisant, soit l'énergie lumineuse (bactéries photosynthétiques), soit l'énergie provenant de l'oxydation du soufre, des sels ferreux, de l'ammonium par exemple (bactéries chimiosynthétiques), soit ces deux sources d'énergie à la fois, mais leur activité est plus limitée.

La captation de la lumière par la chlorophylle des plantes leur permet de réaliser principalement la réduction du gaz carbonique par l'eau et d'engendrer des sucres, selon l'équation suivante :

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{lumière}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2.$$

Au cours de cette réaction de réduction, ou photosynthèse, l'hydrogène de l'eau réduit le gaz carbonique en sucre (glucose = $C_6H_{12}O_6$) et eau. L'oxygène de l'eau est libéré. Dans une molécule de glucose, 672 000 calories sont fixées sous forme d'énergie potentielle, libérables par oxydation complète (retour au gaz carbonique et à l'eau).

La photosynthèse fournit aux plantes vertes elles-mêmes les chaînes carbohydrogénées nécessaires aux autres synthèses qu'elles effectuent (synthèse des protéines, des graisses, des vitamines, des alcaloïdes, etc.). Elle leur fournit également l'aliment énergétique nécessaire à ces synthèses et à leur respiration. Les plantes n'utilisent guère que 15 pour 100 de ces produits dans leur respiration. Le reste est accumulé dans leurs cellules et leurs membranes.

Cet excédent est partiellement utilisé par les organismes hétérotrophes, partiellement dégradé par voie chimique après la mort des organes végétaux. L'utilisation biologique et la dégradation purement chimique de cet excédent sont réalisées au cours d'oxydations qui restituent l'énergie potentielle des produits photosynthétisés sous la forme calorifique, la plus dégradée des formes d'énergie.

La photosynthèse est donc un des facteurs prépondérants du maintien et de l'enrichissement de la biosphère et, pour l'homme, son utilisation constitue un problème capital, puisque toute notre agriculture n'est autre chose que son exploitation plus ou moins directe. Notre industrie en dépend également, puisqu'elle utilise des plantes comme matières premières et exploite la houille et le pétrole, substances d'origine végétale, produits de la photosynthèse du passé géologique.

Bilan matériel de la photosynthèse. — Quantitativement, on estime que la capacité photosynthétique des plantes vertes s'élève annuellement à 300 milliards de tonnes de matière organique, calculée en glucose, quantité qui correspond à l'absorption de 400 milliards de tonnes d'anhydride carbonique.

Cette estimation, évidemment approximative, découle des mesures faites sur les plantes. Dans les conditions naturelles, ces mesures intéressent le plus généralement l'accroissement de la masse végétale au cours de l'année. Au laboratoire, et pendant des périodes beaucoup plus courtes, quelques heures par exemple, il est possible de suivre l'émission photosynthétique d'oxygène ou encore la vitesse d'absorption de gaz carbonique par unité de poids ou par unité de surface de feuille.

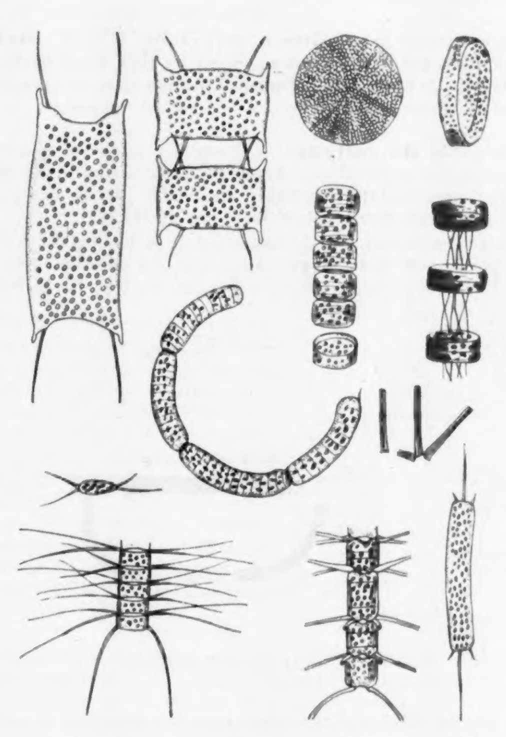


Fig. 1. — ***Diatomées du plancton océanique, très grossies.***

L'équation photosynthétique globale est suffisamment exacte en première approximation pour qu'il soit possible de passer de l'un à l'autre de ces différents termes et de là à l'accroissement de matière organique rapportée à la quantité de glucose correspondante.

Il est aisé ainsi de déterminer la quantité de carbone minéral transformé en carbone organique. Voyons d'un peu plus près ce que fournissent de telles mesures :

Plantes terrestres. — Un hectare de maïs fixe 1,6 à 1,7 t de carbone en un an. Il s'agit là de culture. Les forêts ont une capacité plus élevée, tandis que les prairies naturelles et surtout les steppes ont un pouvoir de fixation beaucoup moins grand.

Le tableau suivant, établi d'après les données de Schröder, montre quelle est la répartition de l'accroissement annuel de matière végétale selon la nature de la végétation terrestre.

TABLEAU I

FIXATION DU CARBONE PAR LES PLANTES TERRESTRES EN UN AN

Type de végétation	Surface occupée en milliards d'ha	Carbone fixé par ha en t	Carbone total fixé, en milliards de t		
			de	à	moyenne probable
Forêts	4,4	2 à 3	9	13	11
Cultures et prairies.	2,7	1,3 à 1,7	3,5	4,5	4
Steppes, landes. .	3,1	0,2 à 0,7	0,5	2,2	1,1
Déserts	4,7	0,02 à 0,1	0,1	0,5	0,2
Totaux	14,9		13,1	20,2	16,3

Les plantes consommant pour leurs propres besoins énergétiques environ 15 pour 100 des substances qu'elles ont photosynthétisées, la photosynthèse doit correspondre à la fixation d'environ 19 milliards de tonnes de carbone, annuellement.

Algues du plancton marin. — La fixation du carbone par les algues microscopiques des eaux océaniques est beaucoup plus importante encore. Les algues du plancton (fig. 1), entraînées passivement par les courants marins, s'étagent jusqu'à plus de 300 m en profondeur. Jusqu'à 100 m de la surface, elles forment un peuplement dense et, au-dessous, elles se raréfient brusquement, la lumière leur faisant défaut.

Ces algues renferment de la chlorophylle, quelle que soit leur couleur; elles ont une activité photosynthétique énorme et presque homogène de l'équateur aux cercles polaires. Comme les variations thermiques des eaux sont beaucoup plus faibles que celles de la terre ou de l'atmosphère, les algues souffrent moins que les plantes terrestres des périodes saisonnières de froid, et leur vitesse de synthèse et d'accroissement est beaucoup plus élevée.

D'après les recherches de Riley, la fixation de carbone par hectare s'élève dans les eaux marines à 3,75 t par an.

Les eaux libres occupant une superficie de 36 milliards d'hectares, la quantité de carbone fixée est de l'ordre de 110 milliards de tonnes. Compte tenu de la consommation de 15 pour 100 des produits de la photosynthèse par les algues pour leurs besoins énergétiques, cette quantité correspond à une fixation totale de 130 milliards de tonnes, soit 8 fois plus que les plantes terrestres photosynthétiques.

L'ensemble des végétaux fixe donc environ 150 milliards de tonnes de carbone annuellement (tableau II).

Or le carbone représente à peu près la moitié des constituants de la matière vivante végétale (glucose : 40 pour 100; amidon, cellulose : 45 pour 100; protéines : 50 pour 100).

TABLEAU II

FIXATION DU CARBONE PAR L'ENSEMBLE DES PLANTES DU GLOBE EN UN AN

Habitat des plantes	Surface occupée en milliards d'ha	Carbone fixé par ha et par an en t	Carbone total fixé par an, en milliards de t
Océans' . . .	36	3,75	130
Terres émergées.	14,9	1,3	19

Ces 150 milliards de tonnes de carbone sont donc engagées dans 300 milliards de tonnes au moins de matière organique biologique. Les estimations les plus élevées aboutissent à environ 400 milliards de tonnes. En s'en tenant à 300 milliards, on est certain de ne pas surestimer la puissance photosynthétique des plantes.

Cette quantité dépasse de beaucoup les remaniements matériels opérés par l'homme. En 1952, la production d'acier s'est élevée, dans le monde entier, à 200 millions de tonnes. Elle a donc été 1 500 fois moins importante en masse que la production photosynthétique.

L'exploitation beaucoup plus active du charbon a atteint 1,5 milliards de tonnes, soit une quantité encore 200 fois moins grande, utilisant d'ailleurs les produits photosynthétisés dans le passé lointain, les réserves d'origine photosynthétique des anciennes végétations de l'époque carbonifère. La figure 2 résume ces estimations.

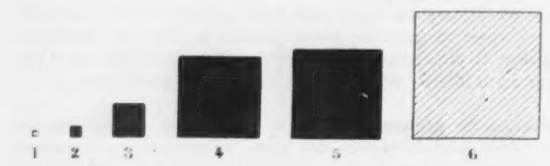


Fig. 2. — *Tonnages comparés d'activités humaines et de l'activité photosynthétique des plantes.*

De gauche à droite (nombres annuels) : acier fabriqué (200 millions de t) ; charbon extrait (1,5 milliards de t) ; carbone fixé par photosynthèse par les plantes terrestres (19 milliards de t) ; carbone fixé par les algues du plancton (130 milliards de t) ; carbone total fixé par photosynthèse (150 milliards de t) ; quantité de matière organique correspondant au carbone ainsi fixé (300 milliards de t).

Les réserves de carbone du globe. — Comparons la fixation de carbone par la photosynthèse aux réserves de carbone du globe terrestre. Cette fixation correspond à l'absorption de 500 milliards de tonnes de gaz carbonique. L'air en renferme 0,03 pour 100, avec de très faibles variations (0,02 à 0,04) au cours de la journée. L'activité photosynthétique des plantes peut faire diminuer cette quantité du tiers dans l'atmosphère environnante. Durant chaque jour de la belle saison, une forêt peut assimiler une quantité de gaz carbonique égale à celle qui est contenue dans la colonne d'air située au-dessus d'elle, jusqu'à 50 m de haut.

Les calculs de Vernadsky indiquent les grandeurs suivantes pour les quantités de carbone présentes sur notre globe.

Tableau III

Réserves de carbone du globe terrestre

Zone du globe terrestre	Quantités totales de carbone en milliards de t
Atmosphère (jusqu'à 11 km de haut)	600
Hydrosphère (caux douces et marines) . . .	50 000
Lithosphère (croûte terrestre jusqu'à 16 km de profondeur)	20 000 000 à 80 000 000

Il résulte des données précédentes que les plantes terrestres peuvent assimiler, en 30 ou 40 ans, une quantité de carbone égale à celle qui est présente dans l'atmosphère qui les surmonte.

Le carbone du gaz carbonique dissous et celui des carbonates et des bicarbonates des eaux terrestres et marines est intéressant à un double point de vue. D'une part, il constitue un réservoir très important qui alimente l'assimilation si intense des plantes aquatiques. D'autre part, la décomposition aisée des sels de l'acide carbonique et leur formation réversible, au contact de l'atmosphère, permettent d'équilibrer constamment la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère.

Si l'on rapproche le pouvoir de synthèse carbonée des plantes terrestres et marines de la totalité du carbone de l'air et des eaux, on voit qu'en trois ou quatre siècles les végétaux peuvent assimiler une quantité de carbone égale à la totalité de celui que renferment l'air et les eaux.

La masse énorme de carbone fixé dans les roches sous forme de carbonates est inutilisable telle quelle. Elle ne le devient que par dissolution. Celle-ci ne semble pas d'ailleurs jouer un rôle très grand à l'échelle du globe terrestre. Au cours des périodes géologiques, la quantité de calcaire s'est apparemment beaucoup accrue. Une partie de ce calcaire a pris naissance grâce à l'activité des végétaux et des animaux. Il en est résulté une fixation qui a privé l'atmosphère et les eaux d'une fraction importante du carbone initialement disponible dans les premiers jours de la vie sur la terre.

Le cycle du carbone. — Puisqu'en première approximation la masse de carbone disponible pour l'assimilation biologique est constante, l'équilibre est rétabli par les dégradations qui compensent sensiblement les synthèses.

On peut admettre que la respiration de la totalité des hommes libère, sous forme de gaz carbonique, 0,3 milliards de tonnes de carbone chaque année, soit 1/400 environ du carbone fixé par les plantes photosynthétiques. Ces dernières en utilisent 15 pour 100 environ dans leur respiration. La part de la dégradation des composés organiques par l'ensemble des animaux doit être inférieure. Le feu peut aussi localement jouer un rôle dans ces dégradations. La destruction la plus active est celle qui est faite par les champignons et les bactéries. On peut l'estimer à 80 pour 100 de la matière organique annuellement synthétisée par les plantes.

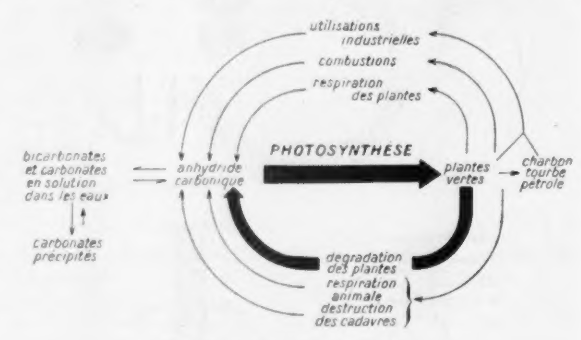


Fig. 3. — *Le cycle du carbone.*

Les dégradations jouent ainsi un rôle majeur dans l'équilibre du carbone. Les figures 3 et 4, illustrant le cycle du carbone, résument les principales voies de dégradation des substances organiques engendrées par la photosynthèse.

Le cycle des dégradations et des synthèses s'équilibre à peu près, des pertes de carbone utilisable pouvant toutefois se produire par la formation excédentaire de roches calcaires.

Les fluctuations dans la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère sont prévenues par la capacité de fixation et de libéraiton des carbonates et des bicarbonates dissous dans l'eau.

Le cycle de l'oxygène. — Parallèlement au cycle du carbone se déroule un cycle de l'oxygène qui est intimement lié au précédent, puisque l'oxygène est à la fois l'élément oxydant des substances organiques dans la respiration, dans les oxydations chimiques, et l'élément libéré par la photosynthèse.

L'atmosphère terrestre renferme approximativement 280 000 milliards de tonnes d'oxygène. Les plantes vertes en libèrent par photosynthèse environ 110 milliards de tonnes par an. En moins de 3 000 ans, une quantité égale à l'oxygène de l'atmosphère est donc mise en mouvement dans les synthèses biologiques. Et puisque l'oxygène émis par photosynthèse provient de l'eau, on a calculé qu'il suffit d'environ 2 millions d'années pour qu'une quantité d'eau égale à la somme de toutes les eaux terrestres et océaniques ait pu passer dans la réaction photosynthétique. Depuis qu'il existe des plantes sur la terre, le renouvellement de l'oxygène et de l'eau a pu se faire un grand nombre de fois.

Il est probable que la photosynthèse et les oxydations sont

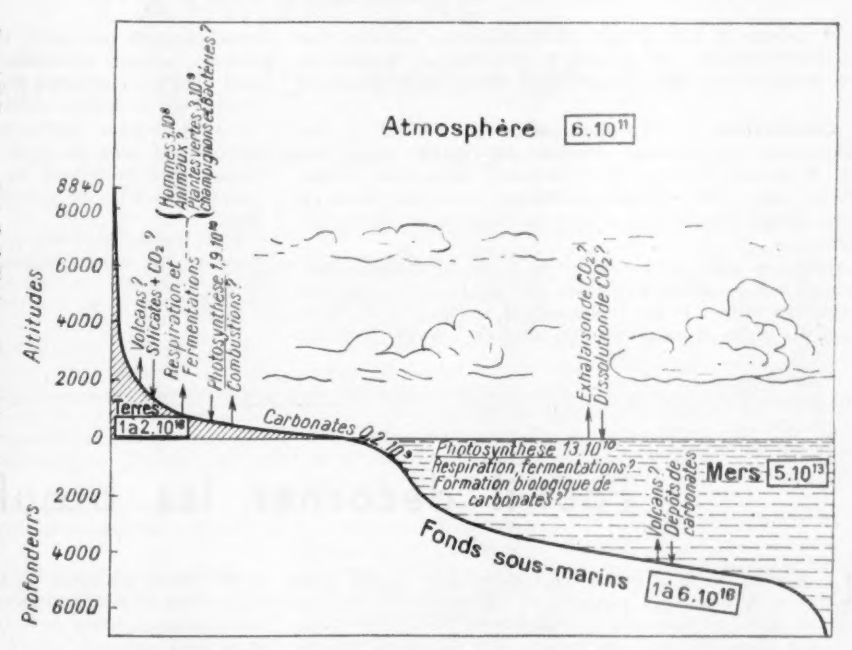


Fig. 4. — *Répartition et mouvements du carbone sur le globe.*

Les quantités permanentes sont encadrées ; les autres nombres représentent les apports annuels ; le tout est exprimé en tonnes de carbone.

responsables de l'inégalité de la répartition des isotopes de l'oxygène dans l'atmosphère et dans l'eau. L'air renferme un peu plus d'oxygène l o u r d que l'eau. Il s'agit de l'isotope ^{18}O de l'oxygène commun ^{16}O.

Par la photosynthèse, l'eau est décomposée au cours d'une réaction photochimique. Cette décomposition se produit avec la même vitesse, qu'il s'agisse des molécules $H_2{}^{18}O$ ou des molécules $H_2{}^{16}O$. Mais dans les oxydations biologiques, ^{16}O intervient plus rapidement que ^{18}O. L'oxygène ordinaire ^{16}O serait donc entraîné relativement plus vite dans le cycle que son isotope lourd, ce dernier subsistant plus abondamment dans l'atmosphère.

Bilan des transformations de l'énergie par la photosynthèse. — La caractéristique fondamentale de la photosynthèse est la fixation de l'énergie solaire, sous forme d'énergie potentielle chimique dans les composés organiques. Des calculs similaires aux précédents peuvent être faits à ce sujet.

L'énergie solaire qui parvient à la surface de la terre, après avoir traversé l'atmosphère et les nuages, est représentée pour moitié environ par des radiations lumineuses visibles, le reste comprenant des radiations infrarouges, purement calorifiques. Une partie des radiations lumineuses est absorbée par les roches, la terre, les eaux. Une partie est réfléchie par les glaces, les neiges et les eaux.

Les plantes n'en reçoivent guère que la moitié, ce qui représente $1,5 \times 10^{23}$ calories mises à leur disposition chaque année. La formation annuelle de matière organique par la photosynthèse correspond à l'utilisation de 2 pour 100 de cette quantité d'énergie, soit à la fixation de 3×10^{21} calories par an. Elle est encore 100 fois plus importante que la quantité d'énergie obtenue par la combustion de la houille dans le monde entier pendant la même période, 10 000 fois plus importante que l'énergie libérée par les chutes d'eau.

Limites du pouvoir photosynthétique. — Le pouvoir photosynthétique de la végétation peut être accru en augmentant les surfaces occupées par les plantes ou en augmentant la masse de matière végétale chlorophyllienne par unité de surface peuplée.

Peut-on, sans accroître le nombre d'individus, leur faire augmenter leur capacité photosynthétique ? Dans les conditions naturelles, on constate que des plantes en pleine santé, par beaux jours, ont une capacité photosynthétique plus élevée, doublée par rapport à la moyenne. Dans des conditions expérimentales, les feuilles, les algues, peuvent effectuer une photosynthèse beaucoupp plus intense, pendant des périodes courtes. L'énergie fixée peut atteindre 30 pour 100 de l'énergie lumineuse absorbée, ce qui correspond à un accroissement de rendement de 15 fois au moins. Il existe une limite à ce rendement. Aucun mécanisme, biologique ou non, ne fonctionne sans perte. Un rendement énergétique de 30 pour 100 paraît être celui que ne peuvent dépasser les plantes.

La question peut être également posée sous une autre forme. Quelles sont les conditions qui, dans les circonstances naturelles, limitent la vitesse de la photosynthèse pour un individu végétal ?

En dehors des cas exceptionnels (plantes des pays froids) le facteur thermique joue peu. Si les réactions biologiques doublènt généralement leur vitesse quand la température augmente de 10° (entre 10 et 30°), il n'en est pas de même de la photosynthèse *dans la nature*. D'autres facteurs doivent donc limiter sa vitesse, même dans les meilleures conditions thermiques.

La lumière ? Sous nos climats, la lumière peut jouer ce rôle au début et à la fin de la belle saison, mais certainement pas pendant l'été. Par les beaux jours, la photosynthèse montre en effet un déclin vers le milieu de la journée. Ce déclin, ou *dépression de midi*, peut aller jusqu'à l'arrêt. Il est déterminé vraisemblablement par plusieurs causes : fermeture des stomates des feuilles, par lesquels se fait la circulation des gaz et notamment du gaz carbonique; accumulation des sucres dans les organes chlorophylliens provoquant un encombrement de produits photosynthétisés; auto-intoxication du mécanisme par accumulation de substances toxiques. Ces deux derniers facteurs exigent que les plantes disposent d'un temps de repos pour évacuer ou éliminer ces produits.

La faible tension du gaz carbonique dans l'atmosphère (0,03 pour 100) peut être un facteur limitant. Elle est très voisine de la pression minimum de gaz carbonique nécessaire pour que la photosynthèse puisse avoir lieu (0,01 pour 100).

De nombreuses expériences de fertilisation, par apport de gaz carbonique au contact des plantes, dans de grandes chambres étanches, montrent que l'on peut doubler et même tripler l'activité photosynthétique des tomates, de la luzerne, de la betterave, en accroissant de 6 à 10 fois la teneur de l'atmosphère en gaz carbonique. Cette augmentation de l'activité photosynthétique ne dure généralement que pendant quelques semaines, surtout si la tension du gaz carbonique est élevée. Un excès de ce gaz se révèle rapidement néfaste, les plantes

sont malades et leur pouvoir photosynthétique diminue. Les équilibres naturels sont délicats et l'intervention humaine en ces domaines doit être conduite avec beaucoup de prudence.

Conclusion. — « La photosynthèse est, de loin, la plus importante des réactions chimiques du monde », a écrit W. E. Loomis (*Photosynthesis in plants*, Iowa State College Press, 1949). Cette « réaction biologique », n'a pas encore pu être réalisée *in vitro*, en dehors des organismes chlorophylliens.

Toutes les autres manifestations de la vie lui doivent actuellement leur possibilité d'existence. Les plantes vertes, par leur capacité d'utiliser le gaz carbonique et la lumière, en élaborant des sucres et en accumulant ainsi de l'énergie sous une forme chimique potentielle, fournissent aux autres êtres leurs aliments carbonés assimilables. Elles détournent momentanément l'énergie lumineuse de sa dégradation sous la forme de chaleur qui se dissipe irréversiblement.

Quantitativement, les feuilles, les algues, sont les laboratoires les plus actifs du globe terrestre. L'amélioration de l'utilisation photosynthétique de l'énergie solaire et du carbone inorganique est un des premiers problèmes de l'économie mondiale.

Nous verrons dans un prochain article quels mécanismes complexes les cellules vivantes mettent en jeu pour réaliser cette synthèse.

(à suivre).

A. Moyse,
Maître de recherches au C.N.R.S.

Faut-il décorner les bœufs ?

La question est déjà résolue dans divers pays réputés pour l'excès de leur esprit pratique, en tête desquels se classent naturellement les États-Unis et l'Angleterre. Il s'agit de savoir s'il faut généraliser une telle mesure, dont les raisons ont été exposées, devant l'Académie d'Agriculture, par M. Marcenac, chirurgien de l'École vétérinaire d'Alfort, et discutées par ses confrères.

Pourquoi décorner (ou écorner) les bovins ? D'abord, pour éviter les accidents causés à ces animaux ou à ceux qui les gardent, surtout quand des troupeaux très importants vivent dans un espace restreint; et aussi pour que leur encombrement soit moindre dans les wagons ou les voitures qui les transportent.

Ce sont les deux seules raisons utilitaires sérieuses, car on a fait justice des croyances qui voulaient que l'absence de cornes s'accompagnât d'une appréciable douceur de caractère (ce qui était prendre l'effet pour la cause) ou qu'elle favorisât l'accouchement des vaches, ou encore qu'elle augmentât le rendement en viande nette et en lait.

Mais en regard de ces avantages indéniables et appréciables, consistant dans la suppression ou la diminution des accidents en nombre et en gravité, quels peuvent être les inconvénients de cette pratique ?

Le premier a été indiqué par M. Marcenac lui-même; c'est, dans les régions où l'on fait travailler les bovins à la terre, les difficultés d'attelage avec le joug et l'obligation d'employer le collier, avec lequel il est plus difficile de maîtriser l'animal, dont le rendement est alors moins bon.

Un autre inconvénient est d'ordre ethnique pur; c'est, pour des sujets d'élite méritant des échanges commerciaux, la modification morphologique de la tête dépourvue de ses cornes, et dont l'aspect est différent du type véritable et de la physionomie classique. Tant il est vrai qu'on ne violente pas impunément la nature.

Ce point de vue ne pouvait manquer d'être appuyé par un éleveur comme M. de Bruchard qui, se plaçant au point de vue zootechnique, a rappelé que le « cornage » avait une importance en ce qui concerne les races. Pour chacune, en effet, il est indiqué que le « cornage » est orienté de telle ou telle façon, et dans les concours agricoles les jurys attachent une grande importance à ces caractéristiques afin de se rendre compte si les cornes correspondent au standard de la race ou non. Argumentation qui fut renforcée par une intervention de M. Letard, professeur à l'École d'Alfort, pour qui le « cornage » est aussi un caractère de race, en ce qu'il influence sensiblement la forme de la tête, les têtes décornées se ressemblant beaucoup.

Enfin, si la pratique de l'écornage se répandait chez nous, ce serait la disparition volontairement provoquée d'une matière première qui alimente cette industrie du Jura spécialisée dans la fabrication des objets en corne : peignes, couverts à salade, manches de couteaux, bouts de pipe, fume-cigarettes, accessoires pour cannes et parapluies, etc. Quelle matière plastique la remplacerait avec un aspect aussi séduisant ?

On voit qu'abstraction faite des raisons d'ordre esthétique et sentimental l'écornage des bovins est loin de ne rencontrer, parmi nos élites agricoles, que des partisans déterminés.

Et d'ailleurs, si l'on préfère pour des raisons de commodité posséder des bêtes « désarmées », il n'est que de favoriser la propagation des races dont on signalait la présence dès le milieu du siècle dernier, dans le Suffolk, le Sommerset, le Fifeshire, et en Écosse à Angus et à Galloway, races qui ont été importées en France et qui, croisées avec des vaches locales, ont donné dans le Calvados des bêtes « désarmées ».

Cela dispenserait de ces interventions chirurgicales, qui se pratiquaient autrefois de façon brutale et même barbare (en cas d'absolue nécessité, par exemple à la suite d'une fracture de la corne ou pour des animaux vraiment dangereux) et qui, devenues indolores, ne constituent plus qu'une sorte d'attentat à la beauté animale.

Aujourd'hui, cette ablation des cornes, ou plutôt l'ablation des ébauches des cornillons, s'effectue le plus tôt possible après la naissance des veaux, entre le cinquième et le quinzième jour, et sous anesthésie locale. Les techniques sont diverses. On peut pratiquer l'ablation au ciseau-gouge, sorte de trépan, placé sur le bourgeon de corne et animé d'un mouvement giratoire, bien préférable au cautère ordinaire ou électrique qui peut provoquer des accidents, ou à la ligature élastique ou au fil d'acier, qui ne donnent que des résultats aléatoires.

Quant aux traitements chimiques, qui sont nombreux, ils requièrent de grandes précautions pour ménager les yeux, nous ne dirons pas des patients, mais des victimes de ces mutilations, que l'on spolie de leurs plus nobles attributs.

Robert Laulan.

L'ATMOSPHÈRE domaine de la Météorologie

5. La prévision du temps (1)

L'application magistrale de la météorologie est la prévision du temps, qui consiste à déterminer les états successifs futurs de l'atmosphère et à en tirer des conclusions concernant les divers facteurs qui leur correspondront en chaque point.

Le problème posé est en premier lieu un problème de mécanique de l'atmosphère, assez voisin des problèmes courants de mécanique des fluides puisque les vastes mouvements aériens sont responsables de presque toutes les autres variations. Mais l'étude de l'écoulement de l'atmosphère présente des différences essentielles avec l'aérodynamique et l'hydrodynamique courantes :

— L'échelle de l'atmosphère est incomparablement plus grande que celle des espaces habituellement étudiés (profils de navires ou d'avions);

— Le milieu étudié n'est pas homogène thermiquement;

— Ce milieu contient une quantité variable de vapeur d'eau ou d'eau liquide;

— Les couches-limites des fluides étudiées (couches du fluide en contact avec les obstacles) le plus souvent négligées en mécanique de l'atmosphère, constituent le milieu même de la vie sur le globe et la prévision de leurs états successifs est celle qui importe le plus à la majorité des utilisateurs. Or ces couches-limites sont le siège de phénomènes tourbillonnaires très complexes et plus ou moins désordonnés.

Ces différences entre les problèmes de mécanique des fluides et les problèmes de la météorologie justifient les méthodes particulières de cette dernière discipline et aussi les solutions partielles parfois incomplètes qui se traduisent par des prévisions erronées pour telle ou telle région.

Le réseau synoptique d'observation. — L'échelle « synoptique » à laquelle doit se placer le météorologiste pour avoir une vue d'ensemble suffisante de l'écoulement du fluide atmosphérique l'oblige à embrasser d'un seul regard le quart au moins d'un hémisphère. Mais, nous l'avons dit, la couche-limite en contact avec le globe (et avec les autres portions de l'atmosphère : courants aériens, masses d'air diverses) nécessite une connaissance dans le détail des phénomènes tourbillonnaires propres à cette couche. On en arrive donc à cette conclusion que l'expérience en météorologie doit être effectuée simultanément en de très nombreux points répartis sur toute la surface de la terre; l'ensemble constitue le *réseau synoptique d'observation*.

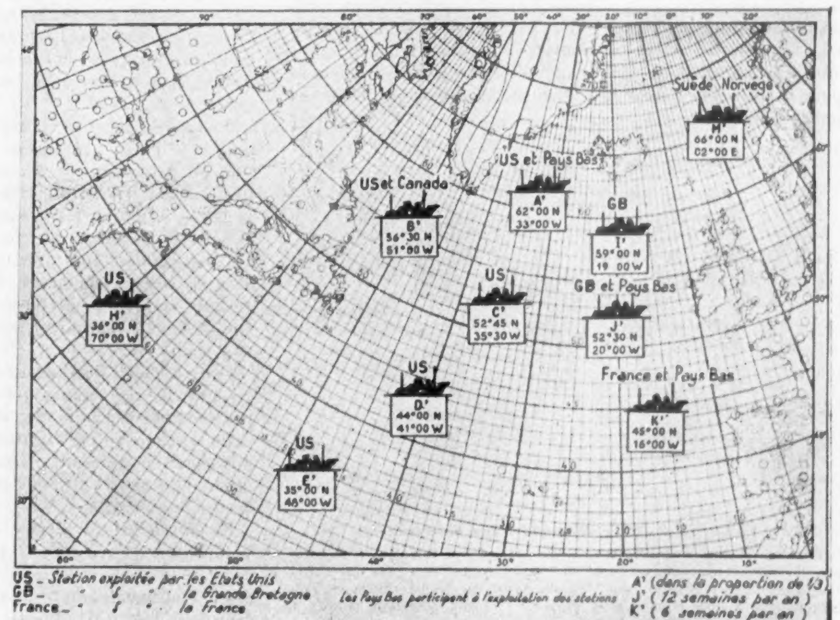
Ce réseau comporte près de 10 000 stations terrestres et maritimes. Ainsi, il y a 126 stations d'observation complètes pour la France métropolitaine. Par contre, sur l'Atlantique Nord, on se contente de 15 stations permanentes (dont 10 navires météorologiques stationnaires (fig. 1) et les stations des Iles Açores et du Cap Vert) auxquelles il convient d'ajouter les renseignements, en nombre variable, fournis par les navires effectuant la traversée de l'Océan.

Signalons au passage que la position géographique de la France, à la pointe ouest du continent, la soumet dans la majorité des cas à des courants généraux et à des phénomènes venant de l'ouest ou, pour le moins, conditionnés par la situation météorologique sur l'Atlantique (fig. 2). Cette situation particulière rend la prévision difficile dans le cas d'une évolution rapide des phénomènes sur l'Océan, particulièrement lorsque le nombre d'observations des navires est faible.

D'autre part, l'intérêt de la continuité spatiale des observations a engagé les météorologistes à participer aux expéditions lointaines : c'est ainsi que furent créées les stations françaises du Groenland (au cœur de l'Inlandsis), des Kerguelen et d'Amsterdam, dans l'Océan Indien; de la Terre Adélie, sur la calotte polaire sud.

L'intérêt des renseignements fournis par la Station centrale groënlandaise pour les prévisions concernant nos régions est évident. L'intérêt des observations sur l'Océan Indien réside

1. Voir : L'atmosphère, domaine de la Météorologie ; 1. Historique et généralités, *La Nature*, n° 3218, juin 1953, p. 181 ; 2. Variations des facteurs météorologiques selon la verticale, *La Nature*, n° 3219, juillet 1953, p. 203 ; 3. Variations horizontales, *La Nature*, n° 3220, août 1953, p. 247 ; 4. L'atmosphère dans sa complexité réelle, *La Nature*, n° 3221, p. 268.



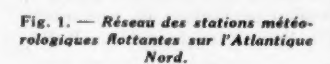


Fig. 1. — *Réseau des stations météorologiques flottantes sur l'Atlantique Nord.*

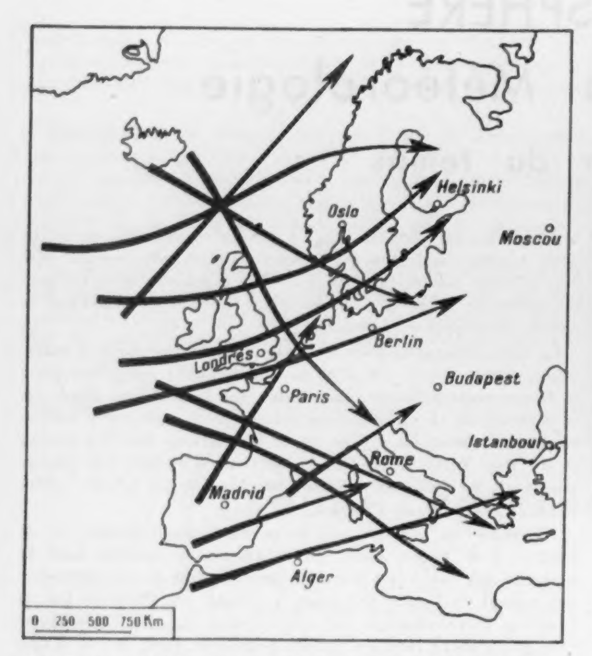


Fig. 2. — ***Trajectoires des perturbations sur l'Europe occidentale.*** (D'après A. Viaut).



Fig. 4. — ***Salle des transmissions par fil (Paris).*** *(Archives photographiques de la Météorologie nationale).*

d'une part dans les études générales de l'atmosphère dans ces régions et d'autre part dans le fait que la France y remplit ainsi sa tâche internationale, en fournissant au reste du monde les données météorologiques sur des territoires qui lui appartiennent.

On conçoit en effet que ce réseau mondial d'observations ne peut exister que par une coordination internationale. Parmi les tâches de l'Organisation météorologique mondiale, figurent la planification du réseau synoptique et, corollairement, celle du réseau de transmissions. Celui-ci permet, d'échelon en échelon, de diffuser et de concentrer les matériaux nécessaires aux prévisionnistes de tous les grands centres météorologiques pour obtenir cette vue d'ensemble de l'atmosphère qui leur est indispensable.

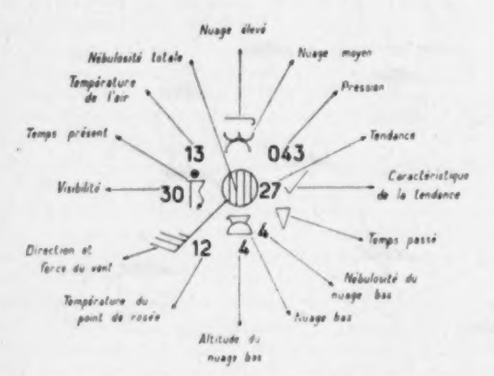


Fig. 3. — ***Exemple de pointé d'une observation.***

Les divers éléments d'une observation en un lieu sont traduits sur la carte, par des chiffres pour les uns, par des signes symboliques pour les autres. Sauf pour la direction du vent, l'emplacement de chaque chiffre ou symbole indique à quel élément il se rapporte. Voir les nombreux pointés de la figure 7.

Les cartes. — L'image locale de l'atmosphère, reçue aux centres de prévision sous la forme d'une observation codée en groupes de cinq chiffres, est composée des éléments suivants :

Pression; variation de la pression dans les trois heures qui précèdent; température, humidité, état du ciel (nuages, nature et hauteur); visibilité, précipitations, vent (direction et vitesse), état du sol (ou de la mer)...

Pour figurer ces éléments d'observation, on les représente, les uns par des signes symboliques, les autres par des chiffres, selon un code établi, sur des cartes à l'emplacement correspondant à la station d'où ils émanent. C'est le « pointé » d'une observation (fig. 3).

Il est évident que si, pour une étude détaillée dans une région limitée (de l'ordre de la France), on « pointe » toutes les observations des stations existantes (126 dans le cas de la France), la chose n'est plus possible lorsqu'on procède à une étude sur une échelle beaucoup plus vaste (de l'Amérique à l'Asie par exemple). Les dimensions des cartes à cette échelle ne le permettent pas et une analyse aussi détaillée, sur une telle surface et avec une telle profusion de données, exigerait des journées de travail.

On arrive donc à la conception d'une prévision générale centralisée (à Paris) qui dispose de puissants moyens de transmission lui permettant de concentrer les renseignements dans un rayon d'une dizaine de milliers de kilomètres (fig. 4 et 5), qui se borne à étudier les grandes lignes de la situation météorologique et à en tirer des conclusions sur le mécanisme général de l'atmosphère. Une prévision régionale décentralisée permet, dans les centres régionaux, d'étudier dans le détail (pour leurs secteurs respectifs) les répercussions de ce mécanisme général que le service central lui fait connaître sous forme de « directives » (fig. 6).

Dans le détail de l'organisation d'un service météorologique, ces principes généraux, qui servent de canevas, sont quelque peu modifiés par suite des nécessités de la navigation aérienne. Celle-ci exige que les centres météorologiques des aérodromes importants élargissent singulièrement leur horizon météorologique (Orly doit « voir » l'atmosphère jusqu'à New-York, Bordeaux jusqu'à Dakar, etc.).

En revanche, le service central installé à Paris est dans l'obligation de renseigner, à l'échelle d'un territoire plus restreint et parfois de la seule région parisienne, des organismes ayant également leur centre à Paris (Services publics, Radiodiffusion, Télévision, Presse).



Fig. 5. — *Salle des réceptions radio (Paris).*



Fig. 6. — *Salle de la prévision générale (Paris).*

(*Archives photographiques de la Météorologie nationale*).

Le prévisionniste dispose ainsi, toutes les trois heures, de cartes où figure, à chaque emplacement de station, le temps qu'il y fait.

Pour les besoins de la *prévision générale*, des cartes allant des côtes américaines du Pacifique jusqu'à l'Oural et pratiquement, du Pôle Nord à l'Équateur, sont prêtes moins de trois heures après l'heure où l'observation a été effectuée en chaque point (0, 6, 12, 18 h). Sur ces cartes figurent plus de 700 observations terrestres et un nombre variable d'observations de navires (fig. 7). Ces cartes « au sol » sont complétées par des cartes « en altitude », donnant la pression et le vent aux divers niveaux, ainsi que la température des masses d'air en chaque point d'observation.

Mais ces documents ne donnent encore qu'une vue discontinue de l'atmosphère. Il convient de relier les valeurs transcrites aux phénomènes signalés, de faire une synthèse de tous ces symboles examinés et analysés un par un. Il reste à y ajouter, selon l'expression de Saint-Exupéry, le « nœud » qui les lie et leur donne un sens.

Les isobares sont d'abord tracées compte tenu des pressions et des vents. D'autre part, sur des documents différents, pour ne pas surcharger une carte unique et aussi pour permettre de les établir simultanément par les spé-

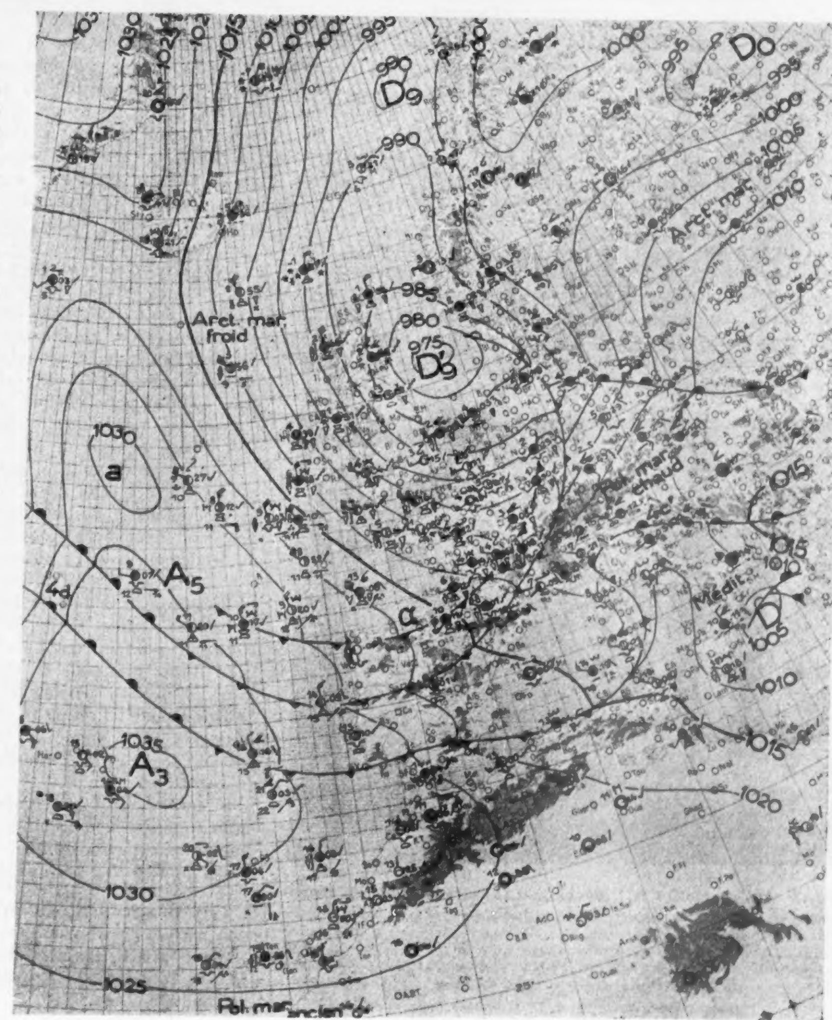


Fig. 7. — *Carte d'isobares et fronts avec pointés d'observations.*



Fig. 8. — *L'aérologiste dresse la carte « masses d'air ».*
(Archives photographiques de la Météorologie nationale).

cialistes, on établit les cartes en altitude (isohypses et masses d'air), les cartes de noyaux de variations, les cartes d'isothermes, les cartes de systèmes nuageux (fig. 8). Sur la carte d'isobare qui lui sert de « fond », le prévisionniste délimite les discontinuités, indique les trajectoires des fronts; bref, fait apparaître, sous une forme conventionnelle mais parfaitement représentative pour le météorologiste, l'image de l'atmosphère sur toute l'étendue de la carte à l'heure de l'observation.

La prévision. — Il ne reste plus qu'à « animer » cette image en extrapolant les mouvements et les évolutions antérieures et connues par la succession des cartes correspondant aux réseaux précédents. C'est cette extrapolation qui fait intervenir l'application des lois et des règles concernant les mécanismes de l'atmosphère, dont nous avons cité les principales dans les articles précédents.

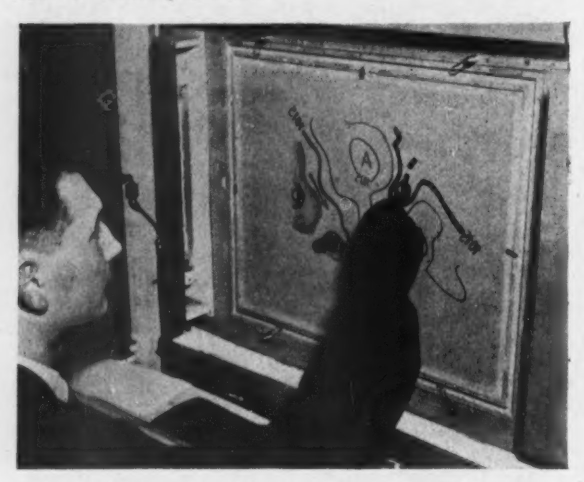


Fig. 9. — *Comment se fait chaque jour la carte télévisée du temps.*
L'appareil de prise de vues de la Télévision se trouve de l'autre côté de l'écran translucide. Sur les indications du météorologiste, le dessinateur ganté de noir réalise au fusain un schéma qu'il efface et modifie pendant la prise de vues. Schéma et inscriptions sont naturellement dessinés à l'envers pour être vus à l'endroit.
(Archives photographiques de la Météorologie nationale).

Fig. 10. — *Salle des statistiques à la Météorologie nationale.*
(Archives photographiques de la Météorologie nationale).

Des cartes de noyaux de variations de pression, examinées en tenant compte des mouvements des masses d'air chaudes et froides, il est possible de déduire la position de ces noyaux dans 12, 24 ou 36 heures et l'importance qu'ils auront à ces moments. Par addition ou soustraction, on peut dès lors tracer à partir de la carte d'isobares, au moment t_0, la carte d'isobares, au moment $t + 12$, $t + 24$, $t + 36$. Cette carte d'isobares prévues permet de connaître la trajectoire probable des phénomènes, laquelle est liée au champ de pression.

De même, l'évolution des masses d'air, leurs déplacements et leurs rencontres probables permettent de définir la position et l'intensité futures des fronts, donc des systèmes nuageux, ainsi que les modifications des températures.

Finalement, le prévisionniste aura construit une image de l'atmosphère pour les instants $t + 12h$, $t + 24h$, $t + 36h$ comparable à celle dont il disposait à l'instant t. Il ne lui reste plus qu'à déduire pour chaque point (ou au moins pour chaque région) les répercussions locales de cette situation sur les divers facteurs (état du ciel, température, précipitations...).

Ainsi le prévisionniste, parti d'une série d'observations isolées et arrivé à cette vue d'ensemble de l'atmosphère, dépouillée des détails et des accidents dus à l'orographie et au relief, redescend finalement jusqu'à ces détails pour définir le temps du lendemain avec la précision que réclame l'usager.

Si, pour les besoins d'une diffusion générale (bulletin pour la Presse ou la Radiodiffusion (fig. 9), on doit se contenter de définir les grandes lignes de l'évolution de la situation météorologique pour un territoire allant de celui de la métropole à celui d'une quinzaine de départements, il est en effet nécessaire de préciser davantage les répercussions locales de cette situation pour tel ou tel facteur lorsqu'un usager ou un groupe d'usagers sont amenés à tenir compte dans une très large mesure de l'état de l'atmosphère. Ce cas est de plus en plus fréquent.

Il suffit pour s'en rendre compte de considérer que le milieu aérien conditionne en fait la plupart des activités humaines : l'aéronautique, la navigation maritime, la circulation routière, les travaux agricoles, le débit des barrages, etc.

Les usagers de la prévision. — L'intérêt grandissant que portent les responsables de ces activités à la météorologie est une preuve tangible du progrès de cette science. En les passant brièvement en revue, on se rend mieux compte de sa rentabilité.



Fig. 11. — *La météorologie au service de l'aviation.*
Le chef de bord consulte le météorologiste avant son départ ; il recevra en outre un dossier de vol contenant cartes et schémas.



Fig. 12. — *La vitrine de la Météorologie nationale, avenue Rapp à Paris, renseigne le public.*
(*Archives photographiques de la Météorologie nationale*).

Les observations, utilisées d'abord instantanément pour l'élaboration des prévisions, prennent, avec le recul du temps, une valeur documentaire : leur somme constitue l'histoire de l'atmosphère et, à ce titre, elles intéressent tous ceux qui ont à établir un rapport précis de circonstances où l'atmosphère a joué un rôle (accidents de circulation, propagation d'incendie due au vent...). La Justice, les compagnies d'assurance et même les historiographes consultent fréquemment les registres où sont consignés ces renseignements. Les observations enregistrées sur fiches perforées (5 000 000 environ à ce jour en France) et traitées à l'aide de machines à statistiques, permettent d'établir des moyennes et des fréquences des phénomènes météorologiques et, entre autres, de définir de façon scientifique le climat des diverses régions (fig. 10).

Ces données, qui renseignent sur le comportement habituel de l'atmosphère et les limites extrêmes de ses variations dans le temps, sont indispensables aux exploitants désireux d'introduire une culture ou une technique nouvelle dans une région. C'est ainsi que la méconnaissance des valeurs minima que pouvait atteindre la température en Indochine eut pour résultat l'échec de l'introduction de l'arbre à quinquina dans ce territoire ([1]).

Mais, une fois ces études terminées, au stade de l'exploitation courante, l'atmosphère continue à jouer un rôle important dans presque toutes les entreprises. Dans chacune d'elles en effet, on est conduit, plus ou moins consciemment, à faire des prévisions : qu'il s'agisse de semer des betteraves, de construire un pont ou de décider d'une partie de chasse, le cultivateur, l'ingénieur ou le chasseur ne prennent leurs décisions qu'après avoir imaginé la succession de leurs travaux. Or, la pluie, la température du sol ou le risque de gel entrent pour une bonne part dans la réussite ou l'échec de l'entreprise et, par suite, dans les décisions à prendre. Il importe donc de savoir dans quelle mesure la prévision du temps est utile et les services qu'elle peut rendre.

Nous allons brièvement passer en revue les principaux phénomènes météorologiques prévisibles et indiquer quelques-unes de leurs répercussions réelles sur les activités les plus variées.

1. Les données climatologiques sont d'autant plus utiles que l'influence biologique des différents facteurs du temps devient mieux connue. Voir : J. P. Nitsch, Un laboratoire de bioclimatologie, le Phytotron, *La Nature*, n° 3221, septembre 1953, p. 272.

L'annonce d'un refroidissement intéresse au premier chef l'agriculteur qui peut prendre dans certains cas des mesures de protection, particulièrement au moment des gelées printanières, mais les mêmes avis de gelée sont utilisés par d'autres. Les chefs de dépôts de locomotives mettent les machines sous pression pour éviter l'éclatement des chaudières (7 locomotives ont ainsi été épargnées au dépôt du Mans en 1947); la S.N.C.F. veille aussi au blocage des signaux et chauffe davantage ses wagons. Le transporteur de denrées craignant la gelée (pommes de terre, légumes divers, eaux minérales...) évite le transport durant les journées de gel intense et met ses cargaisons à l'abri (300 000 F d'économies en une saison dans le département de la Sarthe). L'entrepreneur de bétonnage suspend ses travaux que le gel détériore. Le producteur d'électricité alerte les usines thermiques ou hydrauliques, en vue de satisfaire aux besoins accrus des consommateurs (15 pour 100 pour une baisse de 5°).

La chaleur a des répercussions moins spectaculaires mais touche cependant, et pour des raisons similaires : les transporteurs (denrées craignant la chaleur); le tourisme, surtout aux périodes de fêtes; l'approvisionnement des grandes cités dans lesquelles l'appétit varie suivant la température (tant au point de vue du choix que des quantités).

La pluie contrarie certains travaux des champs. L'annonce de journées pluvieuses permet d'éviter la perte de toute une fenaison ou l'insuccès des opérations de sulfatage d'un verger. Elle détruit certains produits bitumeux répandus sur les routes si elle survient trop tôt après l'épandage. Or, un revêtement de route nationale coûte plus de 500 000 F par kilomètre. La pluie détériore certaines cargaisons (fruits, viande, jute, coton) dont le débarquement doit être arrêté dès que la pluie tombe; chaque journée de pluie coûte au moins 50 000 F de salaires si le personnel (dockers) a déjà été embauché.

Le vent enfin a sur la mer, et par suite sur les divers travaux maritimes, un effet immédiat. Le chalutier ne peut se livrer à son travail que si le vent n'atteint pas 45 km/h. Si le bâtiment prend quand même la mer, il consomme en pure perte 1 000 kg de combustible en 24 h et risque de voir détruits ses filets valant chacun près d'un million. Le câblier ne peut travailler que par une mer sans houle; il consomme 20 t de charbon pour une sortie qui doit n'être décidée qu'à bon escient.

En revanche, le vent, qui aidait autrefois les voiliers à traverser l'Océan, aide aujourd'hui les avions qui, en empruntant la route météorologique favorable, gagnent des heures de voyages se traduisant non seulement par une économie de carburant mais encore par la possibilité d'emporter plus de charge utile.

On pourrait multiplier les exemples; mais on peut en imaginer bien davantage en considérant l'intérêt que présenterait, pour la quasi-totalité des hommes, la connaissance du temps qu'il fera dans le mois à venir. On arriverait ainsi à considérer une planification générale de l'activité humaine en fonction des températures, des pluies, des périodes de gel.

Sans pousser aussi loin les effets futurs de la prévision du temps à longue échéance, il convient de remarquer que les essais de prévision à huit jours ou à un mois diffusés à titre expérimental à un nombre restreint d'utilisateurs laissent entrevoir, malgré un certain degré d'imprécision dans le temps et dans l'espace, de nouvelles et intéressantes possibilités.

Roger Clausse,
Ingénieur de la Météorologie.

A propos de l'asséchement du Zuiderzee



Fig. 1. — *Les polders du Zuiderzee.*

L'aménagement de l'ancien Zuiderzee se poursuit, en vue de l'incorporation dans le territoire national d'une nouvelle province. Profitant de l'expérience acquise dans les premiers polders (le Wieringermeer et le polder Nord-Est), le Waterstaat achève la mise au point des études concernant les diverses cultures, la division en communes, le tracé des routes, la création de zones de verdure, etc... On calcule que le prix de revient moyen d'un hectare se monte à 8 000 florins (environ 800 000 francs). La digue de ceinture du polder Flevoland-est doit être prochainement achevée : 20 km en ont été construits en 1952.

Dès à présent, les appellations définitives sont données; elles figurent sur la figure 1 : le polder Sud-Est sera fragmenté en deux, les polders de Flevoland-est et Flevoland-ouest. Le futur polder Ouest s'appellera Markerwaard (du nom de l'île de Marken); il sera séparé du précédent par un canal large de 400 m, baptisé Oostvaardersdiep, du nom des « Oostvaarders », navires de la Compagnie des Indes Orientales au XVII[e] siècle, qui suivaient ce chemin pour rallier Amsterdam. Au point de jonction des trois polders, s'élèvera une ville de 30 000 âmes, Lelystad (jusqu'à présent désignée sous le nom de Flevostad). L'ingénieur Lely, ancien ministre du Waterstaat, mort en 1929, conçut en effet le plan actuel de mise en valeur du Zuiderzee. Lelystad sera construite sur un tertre artificiel et sera reliée au Markerwaard par un tunnel; elle sera la capitale de la province de Zuiderzee, où doivent s'établir 150 000 personnes.

Un grand pont reliera Flevoland-est au polder Nord-Est; d'autres sont prévus entre Flevoland et la terre ferme, au-dessus des étendues d'eau (meer) qui subsisteront intentionnellement; l'expérience du polder Nord-Est et du Wieringermeer prouve en effet qu'il est dangereux d' « accoler » directement le polder au continent, qui perd ses eaux douces au profit du polder plus bas, et risque de se dessécher. On prévoit de la sorte, en sus de l'Ijsselmeer et de l'Y (port d'Amsterdam), trois lacs artificiels : le Ketelmeer, le Veluwemeer et l'Emmeer.

Quant aux groupes d'écluses de la grande digue de fermeture achevée en 1933, elles prendront les noms suivants : à l'ouest, Stevinsluizen (Stevin, mort en 1668, a été le premier Hollandais à concevoir un plan d'asséchement du Zuiderzee); à l'est, Lorentzsluizen, du nom du savant H. A. Lorentz (1853-1928), prix Nobel de physique qui prit une part importante dans l'élaboration des plans définitifs.

Tunnel routier sous le port d'Amsterdam

On connaît les tunnels routiers construits par les Belges sous l'Escaut, à Anvers, et par les Hollandais sous la Meuse, à Rotterdam (celui-ci achevé en pleine guerre, en 1941). C'est maintenant à Amsterdam que l'on vient de décider la création d'un tunnel, également routier, qui joindra la ville proprement dite à ses faubourgs du nord, actuellement en pleine croissance industrielle. Le trafic emprunte jusqu'à présent de nombreux bacs qui traversent le port. Les travaux doivent s'échelonner sur neuf ans et coûter 70 millions de florins (environ 7 milliards de francs).

Un autre tunnel routier est en construction sous le canal qui relie Amsterdam à Ijmuiden (Nordzeekanal), près de Velsen. Le trafic, ici aussi, se fait par le moyen de bacs. On attend de ces travaux un important essor économique et touristique dans les relations avec la Frise et la Hollande septentrionale.

La baisse de la mortalité infantile

On entend souvent discuter de la prétendue loi de Malthus que la population croîtrait plus vite que les ressources alimentaires nécessaires pour qu'elle subsiste. Certains vont jusqu'à préconiser une limitation des naissances, un « birth control » pour retarder ou empêcher la disette qu'ils prédisent. Cependant, cette pullulation ne s'observe guère dans les pays de vieille civilisation européenne; en France notamment, le chiffre de la population est presque stationnaire tandis que les productions agricoles ne cessent d'augmenter et de fournir largement la nourriture dont il est besoin, à tel point qu'en bien des régions, les campagnes se dépeuplent au profit des centres administratifs, industriels, économiques ou cultivent en excès des plantes, la vigne par exemple, source d'alcools dont on ne sait plus que faire.

On ne saurait préconiser en notre pays une politique malthusienne sans aboutir rapidement à un affaiblissement, une déchéance de la nation, une menace d'invasion et de ruine. Bien au contraire, l'État n'a cessé depuis la première guerre mondiale d'encourager la natalité, notamment par les allocations familiales et divers avantages accordés aux familles nombreuses. En outre, les progrès techniques en matière d'hygiène, traduits socialement par les consultations de nourrissons, les hôpitaux d'enfants, l'organisation de la Sécurité sociale, ont diminué de plus en plus les hécatombes des enfants nés vivants pendant la première année de leur existence où ils sont particulièrement fragiles.

Le *Bulletin mensuel de statistique* de l'Institut national de la Statistique et des études économiques vient de publier les relevés relatifs à l'année passée dans son numéro d'avril dernier. Pour la première fois, le taux de mortalité des enfants de moins d'un an s'est abaissé à 41 pour 1 000. Rappelons qu'il était de 180 vers 1860, qu'il ne fut au-dessous de 100 qu'après 1920 et au-dessous de 50 qu'en 1950. La courbe de la figure 1 traduit cette remarquable dégression. On y voit que de 1860 à 1920, la mortalité infantile a diminué de moitié en 60 ans; de 1920 à 1950, elle a de nouveau baissé de moitié en 30 ans; le chiffre de 1952 est moitié de celui de 1942, dix ans auparavant. C'est là un magnifique résultat.

Bien entendu, quand on compare les données relatives à chaque département, certaines particularités apparaissent. Les taux de mortalité de 1952 s'étalent de 25 pour 1 000 en Indre-et-Loire à 65 dans le Pas-de-Calais. Les taux les plus élevés sont localisés dans le nord et le nord-est, le Cantal et le sud-est du Massif Central, la Corse et le Morbihan; les plus faibles après l'Indre-et-Loire s'observent dans la Seine et la Haute-Vienne (26 pour 1 000), le Lot-et-Garonne (27), la Côte-d'Or, les Hautes-Pyrénées et l'Aude (29). La carte de la figure 2 marque cette répartition.

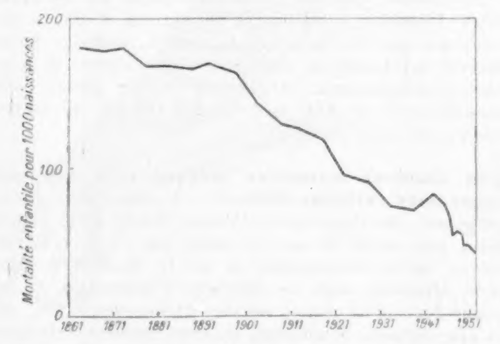


Fig. 1. — *Décroissance du taux de mortalité infantile en France depuis 1861.*

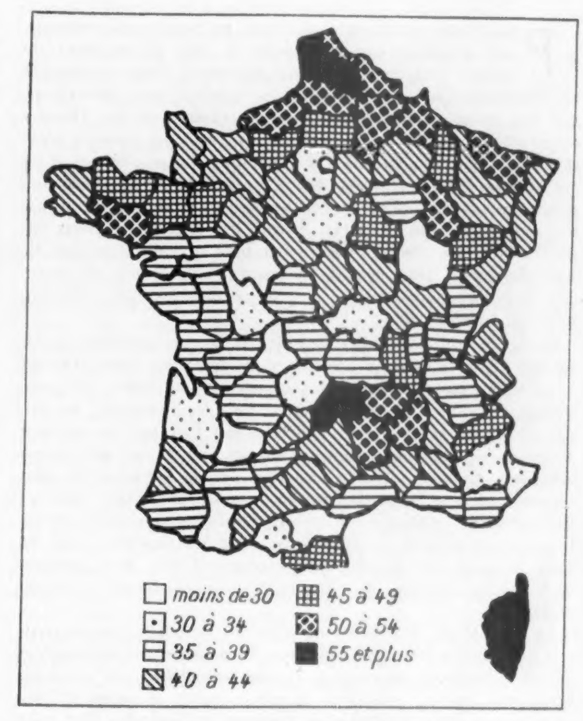


Fig. 2. — *La mortalité infantile en 1952 dans les départements français.*

Il reste certainement encore beaucoup à faire, puisque la France ne se place qu'au neuvième rang des états d'Europe occidentale. La Suède a une mortalité moitié moindre (21 p. 100) et la Nouvelle Zélande, l'Australie, la Hollande la suivent de près. Par contre, le Mexique est dans la même situation que la France de 1920 et le Chili dans la nôtre d'il y a un demi-siècle. Le tableau suivant montre la situation en 1951 (les chiffres pour trois pays étant ceux de 1950).

Pays	Taux pour 1 000	Écarts avec la France p. 100
Suède	21	— 54
Nouvelle Zélande	23	— 50
Australie	25	— 46
Pays-Bas	27	— 41
Norvège (1950)	28	— 40
États-Unis	29	— 37
Danemark	29	— 37
Suisse	30	— 35
Grande-Bretagne	31	— 33
Union sud-africaine	34	— 26
Finlande	35	— 23
Canada	38	— 17
Luxembourg	42	— 9
FRANCE	46	0
Belgique	50	+ 8
Allemagne occidentale	53	+ 15
Japon	57	+ 24
Autriche	62	+ 35
Italie	67	+ 46
Espagne	68	+ 48
Tchécoslovaquie (1950)	78	+ 69
Portugal	89	+ 93
Mexique	100	+ 117
Inde (1950)	137	+ 197
Chili	149	+ 224

Le parasitisme chez les Coucous

« PARASITISME » est un terme qui, en matière de biologie, est appliqué indifféremment à des phénomènes de nature et de modalité assez disparates. Dans le domaine de l'Ornithologie, on le restreint en général, par convention, aux cas, tantôt individuels, tantôt spécifiques, où des Oiseaux abandonnent à d'autres le soin de couver leurs propres œufs et d'élever leur progéniture : il s'agit donc essentiellement d'un parasitisme dans la reproduction. Ces cas sont en fait beaucoup plus fréquents qu'on ne l'a cru longtemps et ils ont été signalés, avec des aspects divers, parmi les ordres d'Oiseaux les plus variés. Ils sont parfois généralisés à toute une famille zoologiquement bien définie au point d'en devenir un caractère biologique important : c'est le cas par exemple, croit-on, pour les Indicatoridés.

On comprend néanmoins combien il faut de patientes observations et de méthodes très sûres de détection pour affirmer le caractère parasitaire et, plus encore, les modalités du parasitisme chez des Oiseaux sauvages, dont les habitudes, en raison même de ce fait, sont généralement fort secrètes ou tout au moins circonspectes. A ce point de vue le cas du Coucou européen, *Cuculus canorus canorus*, est de beaucoup le plus anciennement et l'un des mieux connus, au point que des généralisations sommaires ont cru pouvoir le considérer comme le cas-type de tout le parasitisme chez les Oiseaux : s'il en reste, à coup sûr, un des plus évolués, il s'en faut pourtant de beaucoup que tous les Oiseaux de la même famille le soient également.

La famille des Cuculidés ou Coucous en effet compte environ 125 espèces bien définies (plus de nombreuses sous-espèces de remplacement géographique) qui constituent un ensemble homogène par les caractères morphologiques et même la plupart des caractères biologiques. Pourtant un peu plus d'un tiers seulement de ces espèces sont actuellement connues avec certitude (ou avec présomption pour quelques-unes d'entre elles, fort rares, mais voisines de types authentiquement parasites) pour posséder un mode de reproduction parasitaire, alors que les autres se reproduisent, selon le mode habituel des Oiseaux, en déposant et en couvant leurs œufs dans des nids construits par eux. Dans l'Ancien Monde, qui possède plus des trois-quarts des espèces, celles-ci se répartissent nettement autour de ces deux types biologiques opposés : l'un aux habitudes constamment parasitaires, c'est-à-dire parmi lequel on n'a pas d'exemple d'un seul cas de nidification autonome véritable, — l'autre au contraire à reproduction normale. Dans le Nouveau Monde, où les espèces sont moins nombreuses, aucune de celles-ci n'est connue pour être strictement parasite, mais elles n'en présentent pas moins souvent des anomalies curieuses dans la nidification.

C'est entre autres parmi les Coucous américains du genre *Coccyzus*, les « Coulicous » des anciens auteurs, que l'on trouve à l'heure actuelle ce que l'on pourrait considérer comme les manifestations les plus primitives et les plus instables du parasitisme. Le plus habituellement en effet ces Oiseaux construisent eux-mêmes des nids, où ils déposent leurs œufs d'un vert bleuâtre pâle unicolore (généralement deux à quatre par ponte). Toutes les observations concordent pourtant pour affirmer que ces nids sont construits lâchement, sans aucun soin, susceptibles de destruction à la moindre aventure, et c'est peut-être là une première cause ou un indice de la propension au parasitisme. Aux États-Unis maints cas isolés ont été en effet observés, où le Coulicou dépose son œuf dans un nid qui n'est pas le sien, soit celui d'un autre couple de son espèce, soit celui d'une espèce voisine, soit même celui d'un tout autre oiseau. En ce dernier cas les victimes les plus fréquentes sont des Passereaux tels que le Merle migrateur, le Jaseur, le Cardinal, etc., qui, tous, harcèlent sans répit le Coulicou lorsqu'ils perçoivent la convoitise; mais le parasite, hardi voilier, manque néanmoins rarement son but.

Autre particularité : la femelle Coulicou n'abdique pas forcément son instinct de couveuse et, d'après l'auteur américain C. Bent, elle a été observée plus d'une fois couvant sur un nid qui n'était pas le sien. Le nid choisi est, en pareille circonstance, toujours un nid ouvert, cupuliforme, et on a pu constater que le sort des œufs du nid est généralement le même que dans le cas du Coucou européen, c'est-à-dire que le jeune parasite, plus robuste et plus vorace, reste rapidement seul survivant de la nichée, — ce qui d'ailleurs peut s'expliquer aussi par le seul fait des mouvements de l'oisillon, qui ont tôt fait de rejeter les autres par dessus bord.

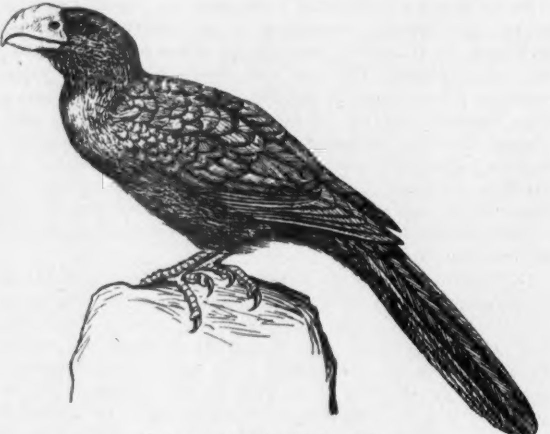


Fig. 1. — *L'Ani des Savanes.*
(Dessin de Mme Barbey, *Laboratoire d'Ornithologie du Muséum*).

Toutefois ces tendances vers un parasitisme larvé ne seraient-elles pas tout aussi bien les ébauches d'une vie sociale, que l'on trouve beaucoup plus accentuée chez d'autres Cuculidés américains du genre *Crotophaga*, les Anis (fig. 1) ? Ici, la nidification isolée d'un couple est encore réalisée parfois. Mais c'est une nidification communautaire qui se trouve être le cas le plus général : un vaste nid est édifié en commun par tout un groupe d'individus, comprenant mâles et femelles, ces dernières venant y déposer leurs œufs, qu'elles couvent souvent simultanément. On a ainsi découvert des nids d'Anis renfermant jusqu'à 22 œufs, disposés par couches superposées de 4 ou 5 œufs chacune, séparées les unes des autres par des amas de feuilles. L'instinct social de ces Oiseaux est d'ailleurs poussé si loin que tous les membres du groupe, mâles et femelles, coopèrent à l'incubation ainsi qu'à l'alimentation de tous les jeunes, indistinctement. Néanmoins on n'a jamais constaté d'association de ces Anis avec d'autres Oiseaux, ni de parasitisme au détriment de ceux-ci.

Les Coucous parasites marquent-ils une préférences pour certains hôtes ? — Le parasitisme, beaucoup plus poussé, des Coucous de l'Ancien Monde a été particulièrement bien étudié et mis en valeur par C. E. Stuart-Baker pour les espèces eurasiatiques et par H. Friedmann pour les espèces africaines, mais les difficultés d'observation en milieu forestier font qu'un certain nombre d'entre elles restent encore fort peu connues. Néanmoins, de cette abondante documentation, basée à la fois sur des observations visuelles dignes de foi, sur des pontes parasitées, conservées en collection, et sur



Fig. 2. — *L'Oxylophe-geai.*

des identifications d'œufs recueillis dans l'oviducte de spécimens de Coucous disséqués, on peut se faire quelques idées générales sur le développement de l'activité parasitaire.

Tout d'abord le choix de l'hôte. Il est évident que dans le plus grand nombre des cas et de beaucoup, tous les Coucous parasites choisissent, à l'instar du Coucou d'Europe, pour y déposer leurs œufs, les nids d'autres Oiseaux essentiellement insectivores, dont le régime alimentaire s'adapte par conséquent le mieux au leur propre. Pourtant on connaît aussi des cas où des nids d'Oiseaux omnivores ou même habituellement granivores (Plocéidés) sont volontiers parasités. Or on peut arguer que d'une part cela n'a guère d'importance au point de vue du nourrissage des jeunes, car l'on sait combien des Oiseaux même granivores à l'âge adulte consomment d'insectes à l'état de poussins, que d'autre part il peut y avoir parfois méprise de la part du Coucou, ou encore que celui-ci, dans la nécessité de déposer hâtivement son œuf, a adopté le premier nid où il a pu accéder. La sûreté relative qui paraît pourtant guider presque toujours le choix du Coucou peut sembler surprenante, avouons-le : on doit émettre à son sujet l'hypothèse, fortement étayée par ce que l'on connaît du comportement des jeunes Oiseaux en général, que l'individu reste attaché aux nids de l'espèce par laquelle il a été élevé et nourri.

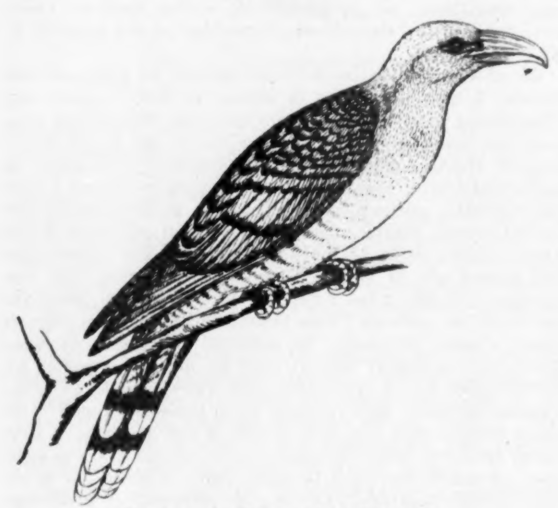


Fig. 3. — *Le Coucou géant d'Australie.*

(Dessins de Mme Barbey).

Notre Coucou européen est connu pour adopter indifféremment aussi bien des nids de Fauvettes aquatiques que ceux d'autres Sylviidés ou de Motacillidés, de Turdidés, d'Accentoridés, etc. Son homologue de l'Inde, *Cuculus canorus Bakeri*, montre encore plus d'éclectisme, en rapport sans doute avec la richesse de l'avifaune indienne en types variés de Passereaux insectivores : Stuart Baker ne mentionne pas moins de 100 espèces qu'il a pu vérifier comme susceptibles d'être parasitées par ce Coucou. En Australie, une autre espèce voisine, *Cuculus pallidus*, rivalise avec lui, avec déjà plus de 80 espèces diverses reconnues comme parasitées.

Par contre d'autres Coucous font preuve d'un choix beaucoup plus restrictif quant à leurs victimes possibles. Ainsi un Coucou bien connu en région méditerranéenne et dans la moitié nord de l'Afrique, l'Oxylophe-geai (*Clamator glandarius*) (fig. 2), ne paraît rechercher en Europe que les nids de Corvidés (surtout Pies et Corneilles) et, en Afrique tropicale, ceux de la Corneille à scapulaire (*Corvus albus*) ou, à leur défaut, ceux des Sturnidés. Un autre Coucou, d'un type pourtant bien différent, le Koël (*Eudynamys scolopacea*), parasite, dans l'Inde, les mêmes types de Passereaux que le précédent, c'est-à-dire les Corvidés et, à un moindre degré, les Sturnidés. Mais — et c'est une preuve de plus de la plasticité des habitudes parasitaires, qui relèvent bien plus d'une adaptation secondaire locale que d'un caractère préexistant — en Australie, où vivent également quelques Corvidés, ce même Koël parasite surtout les grands Méliphagidés et les Oriolidés, tandis que les nids de Corvidés (*Corvus, Strepera*) restent le domaine d'élection du Coucou géant, *Scythrops Novæ-Hollandiæ* (fig. 3) qui, plus robuste, est sans doute l'une des causes de cette exclusion. Il se peut qu'il y ait là compétition d'espèces, qui, jointe à une sélection naturelle probable, finit sans doute par fixer héréditairement l'apparente prédilection locale d'une espèce de Coucou pour un certain type de parents adoptifs.

La structure des nids de leurs victimes influe-t-elle sur le choix des Coucous ? — On a cru longtemps que les Coucous ne pouvaient déposer leurs œufs que dans des nids ouverts, cupuliformes, se prêtant le mieux à une action rapide ou directe de leur part. En réalité l'étude des espèces tropicales laisse discerner l'importance très secondaire de ce facteur : si les nids ouverts semblent en effet les plus fréquemment parasités, c'est que les nids de ce type sont aussi les plus fréquents parmi tous les Passereaux insectivores en général, tels que Fauvettes, Bulbuls, Pies-grièches, Timalies, etc. Par contre les petites espèces africaines et indo-océaniennes de Coucous des genres *Chrysococcyx* et *Chalcites* manifestent toutes, avec un éclectisme pourtant accentué (on ne connaît pas moins de 60 espèces d'Oiseaux parasitées, par exemple, par le *Chalc. lucidus plagosus*, d'Australie), une prédilection évidente pour les nids fermés, bursériformes, entre autres ceux des Nectariniidés et des Plocéidés. D'ailleurs même les grands Coucous qui parasitent aussi bien les Corvidés que les Sturnidés montrent par ce simple choix qu'ils s'accommodent également du type ouvert (Corvidés) ou du type fermé (Sturnidés).

La diversité de structure des nids parasités permet donc de conclure que les Coucous ne se confinent pas dans une seule manière de déposer leurs œufs. D'ailleurs, selon Friedmann, les *Chrysococcyx* africains, entre autres le très commun Coucou Didric (*Chrys. caprius*), qui recherchent volontiers les nids de Tisserins (*Ploceus*), grandes constructions pendantes et fermées, souvent pourvues d'un couloir d'entrée (fig. 4), sont bien obligés de pénétrer dans ce couloir pour aller déposer leurs œufs dans la chambre d'incubation et ils en ressortent rarement sans subir de sérieuses molestations de la part des propriétaires, Oiseaux sociaux et agressifs.

Les femelles de Coucous parasites doivent donc toujours user de ruse et de circonspection dans leur recherche des nids les plus propices. Chez certaines espèces asiatiques, cette opération semble grandement facilitée par un mimétisme très poussé de l'Oiseau lui-même, soit par la crainte que son aspect peut inspirer aux Passereaux dont il convoite l'hospitalité, comme c'est le cas pour les Coucous du genre *Hieroccocyx*, qui rappellent si étroitement les Éperviers et recherchent surtout les nids de



Fig. 4. — *Nid de Tisserin cec un œuf de Coucou didric à côté d'un œuf de Tisserin.*
Le nid a été ouvert artificiellement sur le côté pour laisser voir l'intérieur.
(D'après Friedmann).

Timaliidés, — soit par homologie directe, comme c'est un fait pour les *Surniculus*, dont la ressemblance est étonnante avec les Drongos, qui sont précisément leurs victimes préférées. Or ces Drongos (Dicruridés) sont, plus encore que les Tisserins et même les Pies-grièches, des Passereaux particulièrement hardis et batailleurs et on peut estimer que le Coucou n'aurait guère de chances de réussite si son aspect n'était peut-être susceptible d'endormir un peu la vigilance toujours aux aguets de ses adversaires. Cette conséquence probable du mimétisme trouve une certaine confirmation dans ce fait que, en dehors des *Surniculus*, on ne connaît guère de cas d'autres Coucous s'étant montrés assez hardis pour parasiter des Drongos (quelques rares records pourtant, en Afrique, relatifs à *Cuculus canorus gularis*).

Le mimétisme des œufs de Coucou n'est pas toujours parfait. — Le mimétisme plus ou moins accentué des œufs des Coucous parasites vis-à-vis de ceux des hôtes parasités est une question qui a beaucoup préoccupé les biologistes et sur laquelle est basée la théorie la plus logique du développement des instincts parasitaires dans cette famille d'Oiseaux. Il semblerait en effet normal qu'un œuf de Coucou trop différent d'aspect de ceux de l'hôte dût être impitoyablement rejeté hors du nid par celui-ci, car l'on sait avec quelle subtilité les Oiseaux perçoivent les supercheries survenant incidemment au cours de leur reproduction. Or tel n'est pas toujours le cas.

Les œufs des espèces non parasites de Cuculidés ont toujours une coquille unicolore, blanche ou bleu verdâtre pâle (parfois enduite d'un dépôt calcaire, curieusement irrégulier chez les *Guira* américains). Ceux des Coucous parasites sont très variables, souvent maculés de rougeâtre ou de noirâtre sur fond coloré, le plus souvent en harmonie avec ceux du nid parasité. On peut admettre que les espèces les plus évoluées dans le parasitisme sont celles dont les œufs sont toujours semblables les uns aux autres et invariablement déposés dans les nids d'un petit nombre de types : tels les parasites des Corvidés, cités ci-dessus. Mais dans la plupart des cas, comme chez le Coucou d'Europe, la variété des Oiseaux parasités est considérable, en rapport avec un polymorphisme accentué des œufs pour une même espèce de Coucou, qui témoigne ainsi d'une adaptation apparemment encore imparfaite, des nids ayant souvent été observés où l'œuf du parasite est toléré quoique fort différent des autres. C'est dans ce domaine qu'il s'établit le plus probablement une sélection naturelle progressive par éviction le plus souvent des œufs insuffisamment mimétiques et par retour préférentiel des individus aux nids des espèces qui les ont élevés.

Chez une même espèce de Coucou parasite, le volume des œufs peut être également assez variable. Toutefois on peut noter que les parasites des Corvidés, à l'exception sans doute du Coucou géant d'Australie, sont en général de taille inférieure à celle de leurs victimes et leurs œufs moins volumineux que ceux de celles-ci, alors que la plupart des autres Coucous parasites choisissent plus volontiers des victimes de taille inférieure à la leur, avec, pour les œufs, des proportions inverses de celles des précédentes, — tel notre Coucou européen, qui parasite souvent des Fauvettes dont le volume n'est même pas la moitié du sien (les œufs n'offrent d'ailleurs quand même pas une telle proportion !).

En tous cas, les différences de taille entre le jeune Coucou à l'éclosion et ses compagnons de nid, jointes à la rapidité de croissance du parasite, paraissent jouer un rôle important dans la prospérité respective des membres de la couvée. En effet, bien que les observations relatives à l'éjection hors du nid des poussins de l'hôte, morts ou vivants, soient bien moins nombreuses et concluantes que celles relatives aux pontes parasitées, il semble très général que, lorsque dans un nid ouvert le jeune Coucou est plus volumineux que les autres, ceux-ci soient fatalement rejetés hors du nid et périssent. Il en est autrement pour les nids de Corvidés. Ainsi de récentes observations de Fr. Huë sur l'Oxylophe-geai dans le Sud de la France (*L'Oiseau et la Revue française d'Ornithologie*, 1952) prouvent la coexistence possible de jeunes Oxylophes et de jeunes Pies dans un même nid, et de même Stuart Baker a signalé bien des cas, dans l'Inde, où prospèrent côte à côte, dans un même nid, des poussins de Corneille domestique et des poussins de Koël.

On est moins affirmatif en ce qui concerne les pontes en nids fermés, la structure même de ceux-ci se prêtant moins aux observations visuelles. On conçoit pourtant difficilement que, dans une construction aussi délicate qu'un nid de ces Nectariniidés africains parasités par les *Chrysococcyx*, Coucous de taille relativement réduite, mais très supérieure encore à celle de leurs hôtes, puisse même se maintenir, en fin de croissance, le seul poussin parasite, dont les proportions paraissent devoir excéder celles de la chambre d'incubation. Des observations ont prouvé que la femelle Coucou donne parfois déjà une solution anticipée à ce problème en enlevant et détruisant un à un les œufs de l'hôte avant l'incubation. Par ailleurs aussi, d'après Friedmann, la partialité du Coucou de Klaas (*Chrysococcyx Klaasi*) (fig. 5) pour les nids, trop petits, des Nectariniidés (fig. 6) peut être assez souvent fatale au jeune parasite lui-même, qui, par suite de sa croissance rapide et de son agitation, finit par faire éclater le nid et tombe à terre avant de savoir voler. En somme, pour tous les Coucous parasites, il semble bien que la faible durée d'incubation nécessaire à leurs œufs (deux semaines en moyenne) et le développement rapide des poussins, ainsi que leur robustesse, soient

à l'origine de la suprématie incontestable de ceux-ci par rapport aux poussins des hôtes et de l'élimination générale de ces derniers hors des nids.

Quelques aperçus encore peu connus du problème du parasitisme. — Il est donc avéré que les procédés discernables chez les Coucous en vue de perfectionner le parasitisme sont multiples et, s'il reste difficile de déceler l'origine exacte de ce mode de reproduction, celui-ci n'en est pas moins apparemment qu'une adaptation secondaire susceptible d'être rapide. Bien des questions restent pourtant encore en suspens, — et entre autres la suivante : s'établit-il finalement un équilibre dans le choix respectif que font les diverses espèces coexistantes de Coucous parasites entre les hôtes susceptibles d'être parasités ? Autrement dit, la concurrence vitale dans un même pays entre plusieurs espèces parasites influe-t-elle sur le choix des espèces parasitées ?

Ce que nous avons dit du Koël et du Scythrops relativement à l'adoption des nids de Corvidés, respectivement dans l'Inde et en Australie, en est un exemple. De même, pourquoi le *Clamator jacobinus* se montre-t-il en Asie parasite surtout des Timaliidés (*Turdoides, Garrulax*) alors qu'en Afrique il s'attaque de préférence aux Bulbuls et aux Laniidés, les Timaliidés y restant plutôt l'apanage de son congénère, d'ailleurs plus robuste, le *Clamator cafer* ? Il est possible que, les Timaliidés



Fig. 5. — *Le Coucou de Klaas.*

étant bien plus nombreux en Asie qu'en Afrique, ils soient, en Asie, indifféremment parasités par de nombreuses espèces de Coucous (*Cuculus, Hierococcyx, Clamator*, etc.) alors qu'en Afrique ils le sont bien moins fréquemment et presque seulement par une espèce, sans doute la mieux adaptée. De même encore, en Afrique, les Coucous Didric et de Klaas, espèces voisines l'une de l'autre par la taille, l'aspect et les mœurs, montrent assez nettement une tendance à se remplacer mutuellement, la première préférant les nids de Plocéidés, la seconde ceux des Nectariniidés.

On peut en conclure que les Coucous parasites, bien que possédant tous une physiologie de la reproduction à peu près semblable, sont parfois amenés par un jeu complexe de facteurs de sélection naturelle, dont il n'est pas facile de reconnaître isolément le rôle, à cette spécialisation qui, pour les auteurs, est l'indice de l'évolution la plus avancée.

Pourtant, on a appris par de récentes observations touchant des types d'Oiseaux parasites autres que les Coucous, comme



Fig. 6. — *Nid de Nectariniidé du Congo, fréquemment parasité par le Coucou de Klaas.*

(Dessins de Mlle Barrey, *Laboratoire d'Ornithologie du Muséum*).

certains Ictéridés par exemple, combien l'adaptation parasitaire peut être rapide et le choix d'hôtes inhabituels guidé par un instinct très sûr, selon la nouveauté des circonstances. Il est présumable qu'une telle facilité existe aussi pour les Coucous, tendant à prouver combien est grande la plasticité de ce caractère biologique au cours de l'évolution des Oiseaux appartenant à cette famille. Certains caractères morphologiques restent d'ailleurs sans doute en corrélation avec ces habitudes : ainsi il est très notable que les Cuculidés parasites sont en général de bons voiliers aux ailes longues et pointues, leur permettant un vol rapide et soutenu, parfois même de lointaines migrations, alors que les non-parasites témoignent plutôt d'habitudes sédentaires, avec des ailes courtes et arrondies, un vol lourd et bref.

Quant à l'origine lointaine du parasitisme, c'est une affaire autrement difficile à déceler. Une théorie a été avancée à ce sujet, basée sur la constatation faite chez beaucoup de Coucous, tant parasites que non-parasites, que le rythme de la ponte est lent, c'est-à-dire que les trois ou quatre œufs en moyenne qui constituent la ponte normale d'une même femelle sont déposés avec plusieurs jours d'intervalle entre chacun d'eux. On a pu en déduire que cette particularité physiologique s'accommodait mal des nécessités de l'incubation simultanée et rapide des poussins. Mais cet état de faits n'est pas absolu et il semble au contraire que chez certains Coucous, essentiellement parasites, comme les *Chrysococcyx*, le rythme de la ponte ne soit pas différent de celui de la plupart des petits Oiseaux. Il y a donc tout lieu de penser que là encore les tendances au parasitisme sont influencées par un complexe de facteurs impossibles à définir d'un mot.

J. Berlioz,
Professeur au Muséum national
d'Histoire naturelle.

Le tremblement de terre de Toroude, en Iran

Le 12 février 1953, une catastrophe sismique d'une exceptionnelle violence a répandu la désolation dans la région de Toroude, sur le rebord septentrional du Dacht-i-Kévir (fig. 1). Les secours s'organisèrent, efficaces et rapides, les sympathies se manifestèrent avec un élan qui fait honneur au peuple et au gouvernement iraniens. Je voudrais maintenant soumettre à une analyse scientifique l'ensemble des renseignements que nous avons pu recueillir sur le lieu où s'est manifesté le déchaînement des forces aveugles de la nature.

On raconte que la journée du 12 février avait débuté par un temps magnifique. Brusquement vers 11 h 45, des secousses violentes, précédées de grondements terrifiants, se déchaînèrent ; en quelques secondes, les maisons furieusement secouées s'écroulèrent avec des craquements sinistres et la plupart des habitants de plusieurs villages trouvèrent la mort. Les témoins rapportent qu'ils étaient soulevés, puis projetés par terre, que les maisons dansaient, que tout se confondait, que dans l'obscurité la plus profonde ils étaient entourés de poussières asphyxiantes et aveuglantes.

Il est évident qu'à ce moment d'effarement, le caractère des secousses destructrices est resté peu net dans la mémoire des malheureux survivants mais néanmoins il n'est pas impossible que les premiers chocs aient été suivis d'une série de mouvements obliques se transformant en mouvements ondulatoires.

Ce fut un long moment de stupeur. On a remarqué l'insensibilité complète de beaucoup de blessés, leur douleur physique étant comme abolie. On cite les cas de malades et de personnes portant des blessures ouvertes qui coururent dans les champs et y restèrent pendant des heures, sans s'en apercevoir.

L'étroitesse des rues dans les villages a causé la mort de presque toutes les personnes qui parvinrent à sortir des maisons. On a trouvé un enfant demeuré vivant auprès du cadavre de sa mère pendant plus de 24 h. Une autre mère croyant tenir son enfant s'est précipitée dehors avec un paquet de guenilles dans ses bras. Des personnes dont le bras ou la jambe était cassé déclarent n'avoir rien senti.

Ainsi, la soudaineté du désastre, les émotions violentes, l'instinct de conservation se manifestèrent sous des formes variées, non seulement chez les hommes, mais encore parmi les animaux.

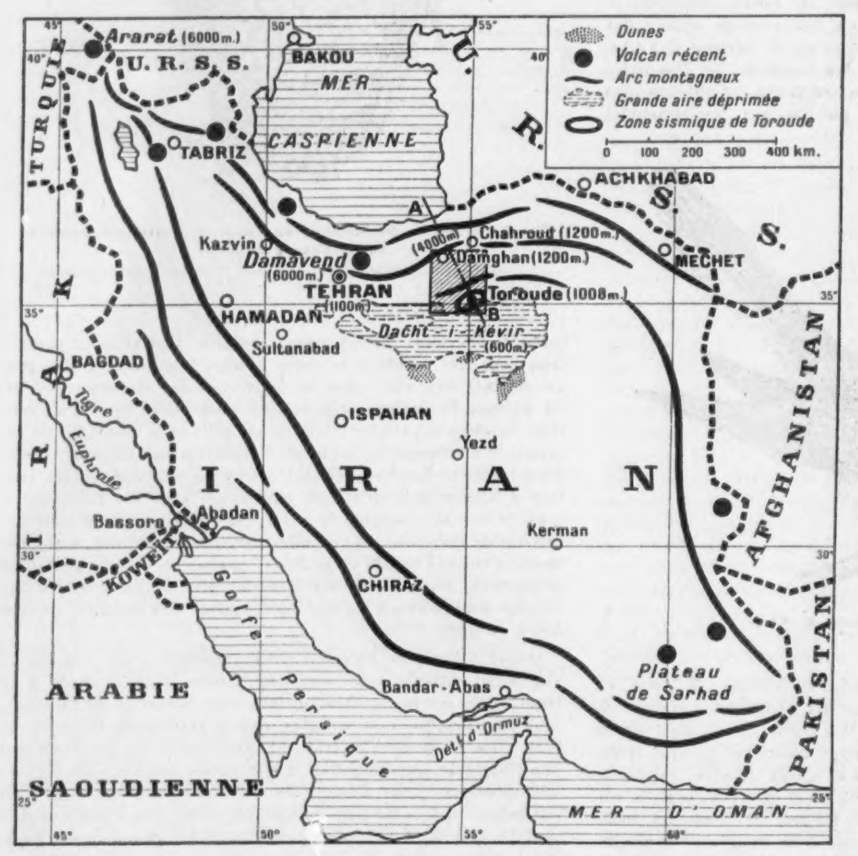


Fig. 1. — *L'Iran et la région de Toroude.*
Rectangle en hachures, voir fig. 3.



Fig. 2. — *Coupe selon AB.*
1, couches argilo-gypso-salifères oligo-miocènes ; 2, crétacé ; 3, jurassique ; 4, oligocène volcanique ; 5, complexe éruptif ; 6, éocène ; 7, terrasse de loess et de dépôts fluvio-lacustres sur laquelle s'élevait Toroude ; 8, plaine de loess ; F, faille.

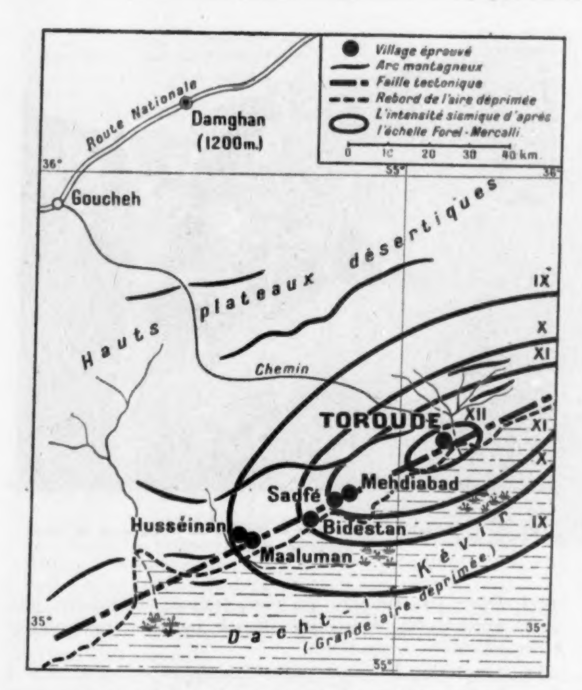


Fig. 3. — *Le centre du séisme du 12 février 1953.*

On raconte que, quelques instants avant le séisme, les chiens poussaient des hurlements longs et plaintifs, les ânes et les chameaux s'agitaient et cherchaient à s'enfuir.

Les dépositions des villageois sont toutes à peu près concordantes.

Ce tremblement de terre, qui présente tous les caractères d'un grand séisme, a provoqué la destruction de 1 800 bâtisses et la mort de 930 personnes. Les dégâts matériels s'élèvent à plus de 100 millions de francs. S'il se fût agi d'une région plus densément peuplée, nul doute que le cataclysme eût figuré parmi les plus meurtriers, mais cette sinistre région n'a même pas un habitant pour 100 km².

Intensité des ondes sismiques. — L'ébranlement a présenté une grande extension. Le séisme s'est fait sentir en effet, à l'ouest jusqu'à Tehran, à l'est jusqu'à Taroun, au nord jusqu'à la Caspienne et au sud dans toute l'aire déprimée du Dacht-i-Kévir.

La surface ébranlée a plus de 300 km de diamètre et cette estimation est même très inférieure à la réalité, car le tremblement de terre avait encore l'intensité IV aux points extrêmes où il a été signalé, bien que les accidents tectoniques et les cours d'eau aient certainement joué le rôle d'amortisseurs ou de barrières à la propagation des ondes sismiques.

L'endroit où les destructions sont maxima se situe à Toroude même. La cote XII de l'échelle Forel-Mercalli doit lui être attribuée (fig. 3). Dans ce village, le plus important de la région, il ne subsiste que des amas de décombres méconnaissables, comparables à ceux qu'aurait provoqués un violent bombardement. Les traces des chocs verticaux accompagnés de mouvements ondulatoires sont manifestes.

En réalité, les ébranlements produits par les tremblements de terre affectent des directions très complexes; on constate seulement une élongation dans un sens des multiples oscillations causées par les ondes sismiques. On comprend dès lors pourquoi, dans les villages dévastés, des façades orientées suivant une direction déterminée ont été épargnées à l'exclusion des autres. Ici, cette direction était de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest. Elle serait vraisemblablement la même au cours d'autres tremblements de terre survenant au même endroit, et c'est le principal enseignement qu'on en doive retenir pour l'avenir.

L'isoséiste XI (catastrophe, destruction des bâtisses) englobe les localités de Mehdhiabad et de Sadfé. L'isoséiste X (bâtiments détruits, fentes dans le sol, éboulements) passe par la région de Bidestan. L'isoséiste IX marque la ruine partielle ou totale de quelques maisons dans les villages de Maaluman et Husseinan. Au delà de l'isoséiste IX, les données manquent, car dans cette vaste région de 250 000 km², seuls les villages que nous venons de citer formaient des oasis pitoyables cramponnées à quelques points d'eau très précaires.

Effets sur les habitations. — Le manque de stations séismiques et d'observateurs attentifs fait qu'il ne reste à relever que les traces des secousses sur les édifices, et celles-ci dépendent moins de la direction des ondes que de la solidité des constructions. Il a fallu en conséquence examiner autant que possible tous les endroits endommagés, les maisons d'habitation, les bâtisses légères dans les cours et les cimetières.

L'ébranlement sismique n'est directement responsable des dégâts que pour une part. En effet, beaucoup d'habitations s'élevaient sur des terrains meubles et même sur le bord des masses de loess à parois verticales; beaucoup de familles y avaient creusé leur demeure aboutissant à des alvéoles superposés; on comprend qu'un glissement de la couche superficielle de loess, causé par un affaissement de strates souterrains, ait provoqué de terribles désastres (fig. 7).

Presque partout le désastre s'est accru par la méconnaissance de l'art de construire, et, par l'emploi de matériaux de construction de mauvaise qualité. C'est ainsi que dans un même village, des maisons élevées sur des terrains de natures diverses présentent des dégâts différents. Celles construites sur des masses de loess d'une certaine cohésion furent endommagées



Fig. 4. — *Crevasses du sol à Toroude.*
Un homme descendu dans la crevasse de droite en montre la profondeur.
(*Photo* S. Abdalian).



Fig. 5. — *Quelques survivants auprès des ruines de leurs habitations.*



Fig. 7. — *Un aspect des parois verticales de la terrasse de loess après le séisme.*

mais leurs murs crevassés restèrent debout; tandis que d'autres bâties sur des alluvions peu épaisses, furent écrasées, arasées. Les constructions dont les solives de la toiture-terrasse se trouvaient arrêtées au milieu des murs eurent leurs murs extérieurs fendillés comme une feuille de cahier qu'on ouvre; celles dont les poutres couvraient toute l'épaisseur des murs eurent leurs angles démolis et les murs sérieusement crevassés; de même, celles dont les solives dépassaient les murs furent piteusement morcelées mais restèrent debout.

Il est à noter également que les voûtes à axe horizontal furent lamentablement détruites (fig. 5 et 6), tandis que celles à axe vertical, comme les enceintes circulaires ou les tours, résistèrent victorieusement.

Des secousses suivies d'oscillations horizontales sont nettement apparentes, tant dans les amas des décombres que dans les perturbations topographiques et les effets géologiques de ce séisme. Le désastre, en effet, s'est déclenché par un coup brusque et formidable, suivi de violents mouvements de va-et-vient. Outre les répliques qui ont continué amoindries, plusieurs secousses furent ressenties dans la journée catastrophique à des intervalles irréguliers.

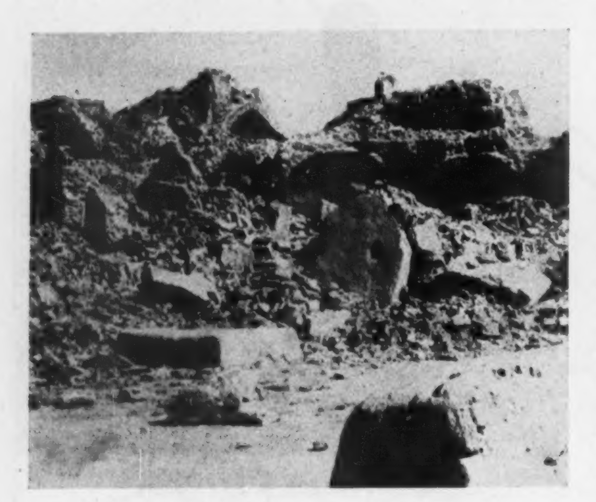


Fig. 6. — *Ce qui reste de la mosquée de Toroude.*

(*Photos* S. Abdalian).

La complexité des mouvements sismiques a donné lieu à de curieux phénomènes de torsion ou de rotation dans les murs et les piliers de certaines maisons. Nous signalerons aussi les coups de bélier causés par les poutres des toitures non solidement encastrées dans les murs des maisons.

En général, les bâtisses en briques crues ou en béton de boue mélangé à de la paille ou à de la cendre, se sont montrées plus fermes, plus stables, que les maisons en moellon ordinaire avec mortier de boue. En somme, parmi les habitations, les moins résistantes, les moins stables furent celles construites en galets et en briques crues avec toiture en voûte, les plus résistantes étaient en béton de boue avec toiture-terrasse en solives.

Autres particularités : les villages ou les constructions situés sur des collines isolées, sur le bord des falaises ou des escarpements à pic, ou encore sur des alluvions, sur des terrasses entourées de ravins profonds, furent littéralement réduits en amas méconnaissables.

Géophysique du séisme

Les secousses sismiques du 12 février 1953 n'ont pas seulement eu comme effet de renverser des édifices et de causer la mort d'un grand nombre de personnes, elles ont laissé d'autres traces particulièrement instructives que nous examinerons par ordre d'intensité croissante :

1. Froissement superficiel du sol dans les terrains mous et dans les alluvions des cours d'eau;
2. Éboulement ou glissement des matériaux meubles de la surface des pentes;
3. Fissuration des terrains le long des talus, des canaux et des pentes;
4. Craquellement et apparition de fentes dans les alluvions peu épaisses sur les versants des vallées;
5. Formation de bourrelets parallèles dans les terrains mous sous l'influence des vagues gravifiques;
6. Phénomènes de décrochement ou de coulissage dans les terrains sédimentaires peu consistants;
7. Perturbation dans le régime des eaux des « khanats »;

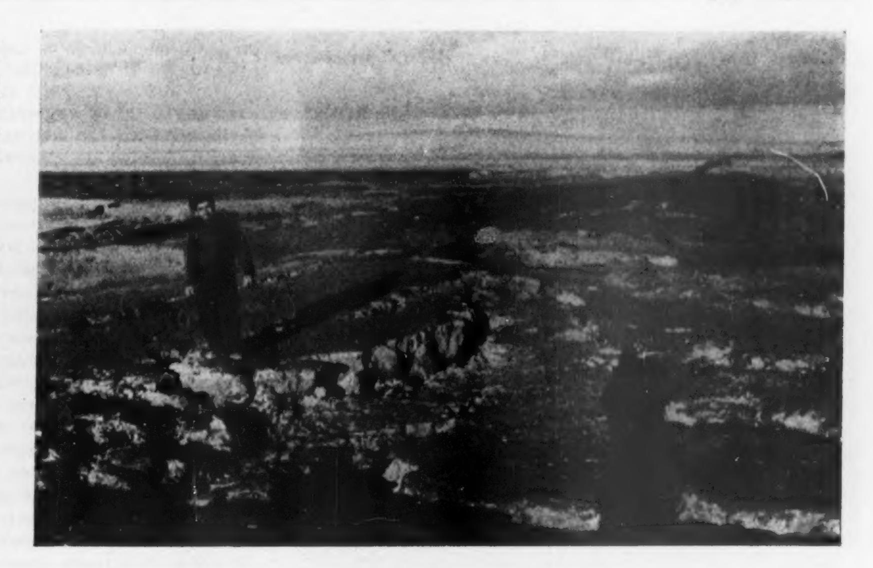


Fig. 8. — *Grandes crevasses profondes sur le bord du Dacht-i-Kévir.*
Au premier plan, partie affaissée avec cassures profondes ; l'homme se tient sur une partie relevée ; à droite, un bombement ; derrière les épaules de l'homme, autre partie relevée le long d'une cassure rectiligne.
(*Photos* S. ABDALIAN).

8. Apparition d'évents aqueux dans le lit des oueds;

9. Déchirement ou morcellement des falaises par des fentes béantes, sous l'influence d'intenses vibrations marginales;

10. Décollement, glissement et chutes d'énormes blocs de falaises argileuses au bord des ravins ou des vallées;

11. Violentes projections de hautes berges, notamment dans les couches argilo-gypso-salifères;

12. Éjection boueuse dans les sebkhas à croûtes salées;

13. Fracture béante et profonde avec rejet plus ou moins important dans les terrains argilo-gypso-salifères, accompagnée d'une série de crevasses parallèles avec affaissements.

Le fait le plus important, celui qui caractérise les tremblements de terre violents, est l'éjection des boues gypso-salifères des sebkhas. Les croûtes salées, assez solides, mais peu épaisses de ces cuvettes furent crevées par les ébranlements sismiques et les matières boueuses sous-jacentes projetées en l'air. Dans quelques-unes de ces cavités béantes, tombèrent, paraît-il, des chameaux qu'il ne fut pas possible de retirer, car elles étaient remplies de boue molle, avec bouillonnement de l'eau venant des profondeurs et de terre sans consistance cédant sous les pas de l'homme.

Indépendamment de ces remarquables phénomènes, l'étude des fissures nous a conduit à observer que, parmi ces solutions de continuité, beaucoup sont superficielles et n'intéressent que des couches plus ou moins meubles qui se sont décollées de leur support et ont glissé à sa surface, tandis que d'autres géoclases se sont révélées très profondes et se prolongent à travers d'énormes épaisseurs de terrains. Nous noterons principalement les grandes crevasses du lieu dit Dakke Sultan Ibrahami, dont les rejets des lèvres faisant face vers les lèvres affaissées, c'est-à-dire vers l'intérieur des zones déprimées, accusent des profondeurs variant de 0,20 à 1,40 m de hauteur.

Ces fractures, sur 15 m de largeur, sont accompagnées d'autres crevasses parallèles qui sont aussi des cassures principales. Elles s'observent sur plusieurs kilomètres de longueur suivant la direction des plissements tertiaires, c'est-à-dire est-nord-est, ouest-sud-ouest.

D'une manière générale, les modifications géologiques produites furent beaucoup plus considérables au sud du village de Toroude, dans la zone où les couches argilo-gypso-salifères du miocène plongent vers les sebkhas des kevirs. Il semble donc que le séisme a affecté plus particulièrement la grande aire déprimée du Dacht-i-Kévir géologiquement et géographiquement défini.

Géographie physique du pays éprouvé. — La région ébranlée présente du nord au sud quatre zones différentes :

1° Un gigantesque bourrelet montagneux, l'Alborz, dont l'ossature rectiligne, continue, alignée est-ouest, se relève par endroits jusqu'à plus de 4 000 m de hauteur. La grande masse de cette imposante chaîne est constituée par des formations sédimentaires injectées par endroits par des venues éruptives considérables. Elle est aussi truffée d'un géant volcanique, le Damavand, dont le cône s'élève à 6 200 m (fig. 9).

2° Les hauts plateaux désertiques, d'une altitude moyenne de 1 200 m, butent contre les versants rocheux de l'Alborz et s'étendent vers le sud jusqu'à la zone marginale du Dacht-i-Kévir. Des chaînons discontinus, hauts de 1 500 à 1 900 m, les rident, traces de plissements tertiaires en vagues continues, assez faibles cependant pour que les anciens plis restent nettement visibles comme des îles parmi les débris de l'érosion intense des crêtes.

Des venues éruptives complexes traversent ces couches sédi-

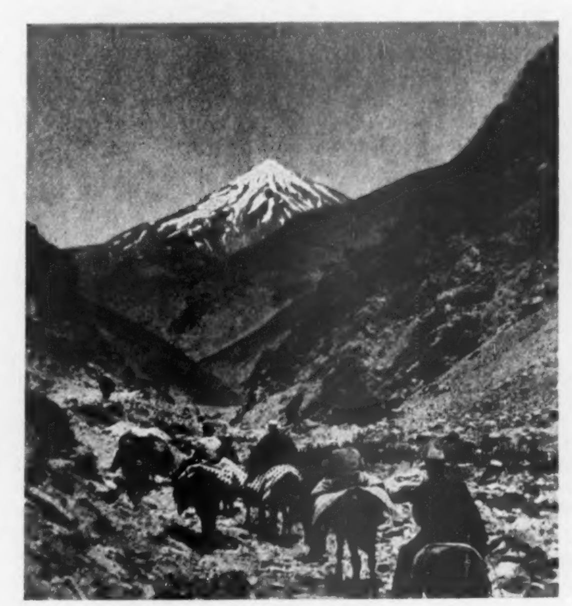


Fig. 9. — *Le Damavand, volcan de 6 200 m d'altitude, sur la chaîne d'Alborz.*



Fig. 10. — *On enlève des corps dans les décombres de Toroude.* (Photo S. Abdalian).

mentaires éocènes-oligocènes; elles les ont fortement plissées, relevées et disloquées. La direction de ces chaînons est sensiblement celle de l'Alborz.

3° Plus au sud, dans la zone marginale du Dacht-i-Kévir, s'étend une bande de hautes-terres fluvio-lacustres et des terrasses de loess à parois verticales qui dominent l'austère paysage de la grande aire déprimée des sebkhas. C'est là que se trouvaient les villages arasés par le séisme du 12 février.

4° Enfin, l'immense aire déprimée connue sous le nom de Dacht-i-Kévir constitue un affreux désert sur 600 km de l'ouest à l'est et 400 du nord au sud. L'altitude la plus basse est de 600 m aux environs de Tabass, à l'extrémité orientale. Cette grande cuvette ne reçoit pas de cours d'eau permanents, mais seulement des oueds temporaires descendant des hauts plateaux et des montagnes voisines. Comme tous les bassins fermés, à sebkhas ou à chotts, son sol est parsemé de marais salés aux contours instables, s'étalant ou se rétrécissant en abandonnant des laisses successives. C'est un pays aride et âpre. Le climat y est continental, extrême et sec. Quelques pluies tombent en hiver. La température subit des variations importantes : les hivers sont généralement tempérés, les étés torrides.

Les processus morphologiques sont ici la désagrégation mécanique, le glissement des débris le long des pentes par sheet-floods au moment des rares averses, l'étalement et le déplacement des débris fins par le vent, généralement trop violent pour construire et respecter des appareils dunaires à peu près stables, mais gros transporteur de matériaux; on assiste ainsi à la formation du loess iranien.

Dans ces solitudes sévères, il n'est point question de races; on raconte qu'en des temps lointains, des aventuriers conduits par des chefs énergiques vagabondèrent dans la région où aboutissait la seule piste conduisant les pèlerins à la ville sainte de Meched. Cette période d'aventures est close et seuls sont habités quelques secteurs abrités des vents dont le sol fertile se prête à la culture. Le loess permet deux récoltes par an là où il est arrosé. Les masses de loess à parois claires et verticales permettent de creuser facilement des habitations sans construire au-dessus du sol; de pareils abris ressemblant à des ruches existaient dans tous les villages détruits par le séisme. Ces secteurs privilégiés, situés dans la zone marginale du Dacht-i-Kévir sont si pauvres en eau que les hommes y côtoient la misère. Rien de rude n'apparaît chez ces pauvres habitants d'une région si austère, mais un laisser-aller, une résignation qui s'accommodent de la conservation intacte des plus anciens genres de vie et de la misère d'une économie primitive.

Géologie de la région. — La situation de la dépression du Dacht-i-Kévir, au sud de la dépression caspienne dont la sépare la chaîne de l'Alborz, rend son histoire géologique pleine d'intérêt.

En premier lieu, le gigantesque rempart montagneux de l'Alborz, constitué par des sédiments primaires, secondaires et tertiaires, se déverse vers les fosses latérales de la Caspienne au nord et du désert central au sud. Ce puissant relief, par endroits truffé de volcanisme, est l'œuvre de plissements successifs : huronien, hercynien, crétacé et tertiaire.

Au sud de cette zone, au pied des contreforts de l'Alborz, s'étendent des hauts-plateaux désertiques, constitués notamment par des sédiments tertiaires. De ces formations émergent comme des îles d'importants arcs montagneux, formés de couches liasiques, crétaciques et nummulitiques plissées, disloquées et par endroits densément injectées de roches éruptives et de matériaux volcaniques.

Plus au sud, s'étale la grande aire déprimée du Dacht-i-Kévir, frangée d'une zone étroite de petites plaines à terrasses sur lesquelles se trouvaient bâtis les six villages que le séisme du 12 février a arasés. Dans cette zone, les dépôts fluvio-lacustres, pliocènes et quaternaires, ainsi que les terrasses de loess à parois verticales, reposent, en discordance, sur les couches argilo-gypso-salifères d'âge oligo-miocène. On se trouve en présence d'anticlinaux légèrement déversés vers le nord, faillés et puissamment érodés, dont les strates disloquées plongent rapidement vers la grande dépression des sebkhas. Ceux-ci ont un sous-sol morcelé et instable, riche en couches gypso-salifères.

Vers la fin du Crétacé-Éocène, le vieux sol alborzien émergé formait un musoir formidable où vinrent buter les plis oligo-miocènes qui, à leur tour, sortaient des eaux; sa rude écorce calcaire en fut brisée, laissant jaillir des torrents de laves et leur cortège habituel de roches éruptives sur la face méridionale de cette chaîne, depuis Mendjil à l'ouest jusqu'à Chahroud à l'est, ainsi que dans les chaînons accidentant les hauts-plateaux entre l'Alborz et le Dacht-i-Kévir.

Au Miocène inférieur, la mer fut en transgression; au Miocène moyen et supérieur, une sédimentation relativement continue emplit de nombreux bassins irréguliers coupés d'îles et de reliefs désertiques; des émersions importantes suivies d'une érosion intense se produisirent au Miocène supérieur. Vers la fin du Pliocène, l'activité volcanique se réveilla et continua durant tout le Pléistocène, perturbant les sédiments néogènes déjà déposés. Ces paroxysmes tectoniques affectèrent très fortement les terrains miocènes, provoquant des entraînements verticaux, des anticlinaux déversés et des failles. Vint enfin la période d'érosion actuelle. Des masses éruptives s'introduisirent encore dans les failles et le récent tremblement de terre est venu rappeler que cette histoire géologique n'est pas close.

Cause du séisme

La structure géologique de la région de Toroude est donc d'une complexité bien faite pour inquiéter ceux qui savent combien l'instabilité d'une région peut être liée aux particularités de sa tectonique.

Sur le rebord septentrional du Dacht-i-Kévir, les dépôts fluvio-lacustres pliocènes et quaternaires et les terrasses de loess à parois verticales sur lesquelles s'élevaient les villages détruits, recouvrent des sédiments oligo-miocènes argilo-gypso-salifères plissés, faillés et en partie effondrés. C'est une série d'anticlinaux miocènes, légèrement déversés vers le nord qui, surgissant de la grande cuvette des sebkhas, montent à l'assaut des hauts plateaux nummulitiques barrés d'arcs montagneux, pour finale-

ment s'écraser contre le rempart gigantesque de l'Alborz. Sur les hauts plateaux, les sédiments argilo-gypso-salifères sont presque partout couverts de matériaux arrachés par l'érosion. Par contre, au sud de Toroude, sur le rebord de la grande aire déprimée où ces mêmes formations plongent vers ladite cuvette, elles se présentent nues sans recouvrements détritiques. C'est précisément dans cette zone bordière que viennent de se produire les éjections boueuses et les fractures à rejet, les glissements, les éboulements et les fissures, ainsi que les perturbations dans le régime des eaux des khanats. Ce sont là des phénomènes géologiques intéressants pour expliquer la cause initiale du séisme.

On est porté à penser que si les éboulements, les glissements et les perturbations dans le régime des eaux sont l'œuvre d'ondulations horizontales, les éjections boueuses et les failles à rejet, larges et profondes, supposent une composante verticale; autrement dit, les affaissements de terrains n'ont été que le contre-coup de forces de poussées verticales. Il doit donc y avoir, dans la zone marginale de Toroude, une cassure de première importance. Les villages dévastés, alignés selon une ligne est-nord-est ouest-sud-ouest, jalonnent précisément cette faille.

Le tassement général de l'immense cuvette du Dacht-i-Kévir suffirait pour provoquer un glissement relatif des deux compartiments le long de la cassure et chaque reprise du mouvement engendrerait un tremblement de terre. Comme il est vraisemblable que la cassure n'est pas unique, mais doit être accompagnée de diverses fractures secondaires, on comprend que le jeu de ces dislocations compliquées puisse donner des secousses plus ou moins violentes.

En bref, l'origine de ce séisme n'est pas en un point, mais sur une ligne de faille, ce qui correspond à un séisme longitudinal en relation avec les mouvements épirogéniques du territoire iranien et sa tectonique.

Le grand nombre des répliques plus ou moins fortes qui n'ont cessé de se manifester journellement après le séisme destructeur du 12 février, vient à l'appui des considérations précédentes et atteste la persistance d'une grande sensibilité tectonique dans cette région de l'Iran.

Si l'écorce terrestre a pu être comparée à une vaste marqueterie, dont les divers compartiments, limités par des cassures, seraient exposés à jouer les uns par rapport aux autres, il est peu de régions où ce jeu soit plus à redouter *a priori* qu'à Toroude.

Si, d'autre part, nous tenons compte de la loi formulée par Montessus de Ballore que l'activité sismique est proportionnelle à la jeunesse géologique des territoires disloqués, la destinée de la zone frangeant le bord du Dacht-i-Kévir apparaît encore pleine de menaces, puisque les terrains y sont de formation très récente et leurs dislocations si peu anciennes que plusieurs d'entre elles sont contemporaines de l'homme.

Enfin si l'on ajoute qu'aux époques miocène, pliocène et pléistocène toute la contrée a déjà été le siège de nombreux et amples mouvements épirogéniques qui provoquèrent d'importantes dislocations et qui ne sont pas terminés, comme le prouvent les frémissements continuels du sol, on ne s'étonnera pas du tremblement de terre du 12 février 1953.

Enseignements du séisme

De cette étude il ressort nettement que la nature géologique et les accidents tectoniques du sol ont eu une influence manifeste sur l'intensité des manifestations sismiques. C'est pourquoi il nous paraît indispensable pour finir d'insister sur deux questions pratiques d'une importance capitale : le choix du lieu pour les villages à reconstruire et le choix de l'architecture pour l'édification des bâtiments, puisque *là où le sol a tremblé, il tremblera.*



Fig. 11. — ***Le village de Sadfé après le séisme.***
(*Photo* S. Abdalian).

Il faut choisir les nouveaux emplacements et reconstruire les villages en s'inspirant de ce principe qu'en pays instable, sujet à des séismes, il importe de s'éloigner des failles et des sols meubles et récents, sans cohésion. On doit aussi éviter les terrains en pente, les collines isolées, les bords des précipices, des ravins, des canaux et rivières, ainsi que le contact de deux terrains de natures différentes.

Pour l'architecture le salut réside dans les constructions « monolithes », d'un seul bloc, par l'emploi du ciment armé, qui semble mieux supporter des secousses violentes. La maison en bois possède le maximum d'élasticité, mais offre des dangers d'incendie. La maison « monolithe » en béton de boue, avec toiture-terrasse reposant sur des solives, résiste mieux aux ébranlement sismiques que les maisons construites en briques ou en moellons ordinaires avec mortier de boue ou même de chaux. Toutes les constructions doivent être orientées dans la direction de l'élongation maximum des oscillations, laquelle semble demeurer constante lors de tous les tremblements de terre d'une région donnée.

Dans les ruines causées par le récent séisme, nous avons observé à maintes reprises dans un même village que les façades orientées suivant une direction déterminée avaient été épargnées, à l'exclusion des autres.

Il ressort de toutes les vicissitudes sismiques du sol toroudien, brièvement exposées dans ces pages, que tout le territoire iranien, fragment du grand géosynclinal de la Théthys, à mouvements orogéniques récents, se révèle une zone essentiellement mobile de l'écorce terrestre, parcourue par des fractures étendues dont un grand nombre sont jalonnées par d'imposantes manifestations volcaniques et soumises à de lents mais continuels frémissements. En un mot les mouvements orogéniques des temps tertiaires auxquels le sol iranien a dû sa formation, sa structure et son relief, continuent comme en témoignent les fréquents tremblements de terre de ce pays.

Professsseur S. Abdalian.

LE CIEL EN NOVEMBRE 1953

SOLEIL : du 1er au 30 sa déclinaison décroît de — 14°26′ à — 21°39′ ; la durée du jour passe de 9^h51^m le 1er à 8^h33^m le 30 ; diamètre apparent le 1er = 32′17″,2, le 30 = 32′29″,5. — **LUNE** : Phases : N. L. le 6 à 17^h58^m, P. Q. le 14 à 7^h52^m, P. L. le 20 à 23^h12^m, D. Q. le 28 à 8^h16^m ; *apogée* le 3 à 2^h, diamètre app. 29′26″, et le 30 à 18 ^{h}, diamètre app. 29′30″ ; *périgée* le 18 à 23^h, diamètre app. 32′58″. Principales conjonctions : avec **Mars** le 3 à 9^h, à 6°22′ N. ; avec **Vénus** le 5 à 3^h, à 7°4′ N. ; avec **Neptune** le même jour à 8^h, à 7°9′ N., et avec **Saturne** à 23^h, à 7°41′ N. ; avec **Mercure** le 8 à 1^h, à 2°26′ N. ; avec **Jupiter** le 22 à 19^h, à 3°12′ S. ; avec **Uranus** le 24 à 21^h, à 0°16′ N. Principales occultations : de 208 B *Sagittaire* (mag. 6,2), immersion à 17^h20^m,6 ; de λ *Poissons* (mag. 4,6), immersion à 17^h25^m,4 ; de 101 *Poissons* (mag. 6,2), immersion à 19^h40^m,9 ; de n *Taureau* (mag. 3,0), immersion à 1^h7^m,2, émersion à 1^h52^m,0 ; de 87 B *Gémeaux* (mag. 5,8), émersion à 0^h1^m,6. — **PLANÈTES** : **Mercure,** en conjonction inférieure avec le Soleil le 14 à 17^h, **passage devant le Soleil,** astre du matin vers la fin du mois, se lève 1^h14^m avant le Soleil le 21 ; **Vénus,** astre du matin, se lève à 4^h58^m le 9, en conjonction avec **Neptune** le 7 à 7^h, à 0°7′, avec **Saturne** le 14 à 4^h, à 0°32′, et avec **Mercure** le 23 à 17^h, à 1°12′ ; **Mars,** astre du matin, se lève à 2^h51^m le 21, diamètre app. 4″,2 ; **Jupiter,** dans le *Taureau,* visible presque toute la nuit, diamètre polaire app. le 21 = 44″,0 ; **Saturne,** dans la *Vierge,* réapparaît le matin vers le milieu du mois ; **Uranus,** dans les *Gémeaux,* visible une bonne partie de la nuit, se lève le 27 à 19^h9^m, position 7^h39^m et + 22°0′, diamètre app. 3″,8 ; **Neptune,** astre du matin, se lève le 27 à 3^h37^m, position 13^h35^m et — 8°10′, diamètre app. 2″,4. — **ÉTOILES FILANTES** : *Léonides,* radiant *Lion,* à observer jusqu'au 20. — **ÉTOILES VARIABLES** : Minima observables d'*Algol* (2^m,3-3^m,5), le 1er à 2^h,3, le 3 à 23^h,1, le 6 à 20^h,0, le 9 à 16^h,8, le 18 à 7^h,2, le 21 à 4^h,0, le 24 à 0^h,8, le 26 à 21^h,7, le 29 à 18^h,5. — Minima de β *Lyre* (3^m,4-4^m,3), le 4 à 17^h,0, le 17 à 15^h,3, le 30 à 13^h,6. *Maximum* de R *Verseau* (5^m,8-10^m,8) le 9. — **ÉTOILE POLAIRE** : passage supérieur au méridien de Paris : le 7 à $22^h35^m53^s$, le 17 à $21^h56^m31^s$, le 27 à 21^h17^m,8^s.

Phénomènes remarquables. — Lumière cendrée de la Lune, le matin, du 2 au 4, et le soir, du 8 au 11. — **Lueur antisolaire** vers minuit, du 4 au 13. — **Passage de Mercure devant le Soleil,** en partie visible à Paris : premier contact extérieur à 15^h36^m,1, coucher du Soleil à 16^h10^m. — **Étoiles filantes Léonides,** maximum le 16, rapides avec traînées. — Rechercher à l'aide d'une jumelle les **Satellites de Jupiter.**

(Heures données en **Temps universel** ; tenir compte des modifications introduites par l'heure en usage).

G. Fournier.

LES LIVRES NOUVEAUX

Index generalis, annuaire général des universités, grandes écoles, académies, archives, bibliothèques, instituts scientifiques, jardins botaniques et zoologiques, musées, observatoires, sociétés savantes. 19e année, 1952-1953, dirigé par S. Montessus de Ballore. 1 vol. 18×23, 1628 p. Dunod, Paris. Prix : relié, 9 500 F.

Le temps est passé depuis longtemps où le penseur, le savant pouvait s'enfermer dans sa tour d'ivoire. La science est devenue œuvre collective, et dans bien des matières cette collaboration ne connaît plus les frontières. Les publications, les académies, les congrès, les comités nationaux, les conseils internationaux ont jalonné cette évolution inévitable. La documentation technique pose des problèmes tous les jours plus difficiles. Le chercheur, le professeur, même l'étudiant, ont de plus en plus besoin de prendre des contacts avec ceux qui, à travers le monde, ont les mêmes préoccupations scientifiques. Un fichier personnel n'y saurait plus suffire. Le titre et le sous-titre de cet ouvrage indiquent assez qu'il répond à ce besoin. Il se termine par une table alphabétique du personnel savant et par une table géographique générale qui en rendent la consultation particulièrement facile. Entreprise en 1920 par Robert Montessus de Ballore, interrompue par la guerre en 1939, il faut féliciter Mme S. Montessus de Ballore d'avoir repris cette œuvre utile. Indiquons que toutes les communications concernant le texte de l'Index et les demandes de questionnaires pour la prochaine édition doivent être adressées à la Direction de l'*Index generalis,* La Sorbonne, Paris (5e).

Histoire géologique de la biosphère, par H. et G. Termier. 1 vol. 19×25, 721 p., 35 cartes paléogéographiques en coul., 8 lithographies hors-texte, 117 fig. et 1 carte en noir. Masson, Paris, 1952. Prix : br., 8 600 F. ; cart., 9 200 F.

Le professeur à l'Université d'Alger et Mme Termier sont surtout des paléontologistes, on leur doit de remarquables travaux de paléontologie marocaine, mais tous leurs ouvrages témoignent de leur souci de prendre appui sur leur spécialité pour s'élever à des vues plus générales et synthétiques. Ils ont ici tenté de reconstituer la configuration géographique du globe à chaque grande période et dressé 36 cartes depuis le Cambrien jusqu'au Quaternaire. Avec naturellement des lacunes et des détails hypothétiques, ces cartes mettent en évidence les traits dominants du relief, les particularités biologiques et géologiques les plus remarquables ou les moins douteuses. Puis chaque période fait l'objet d'un exposé des événements biologiques, orogéniques, paléogéographiques qui l'ont marquée. Mais le livre ne se borne pas à être un commentaire de cartes, c'est un résumé critique de toutes les sciences qui contribuent à une telle reconstitution, pour laquelle la Paléobiologie est prise comme fil directeur essentiel. Dans une copieuse introduction, les auteurs étudient tour à tour les données principales de la Géologie et de la Géophysique, la sédimentation et les géosynclinaux, la subsidence, les transgressions et régressions marines, puis les différents milieux dans lesquels la vie a pu se développer et évoluer, la façon dont nous pouvons les reconstituer, l'enseignement des données actuelles, les migrations, enfin les grands phénomènes géologiques qui ont créé le relief terrestre, les causes qu'on peut leur imaginer. A la théorie de Wegener on préfère maintenant celle de mouvements internes du magma. Certaines dérives ont pu avoir lieu, mais dans la majorité des cas les auteurs jugent plus vraisemblable l'effondrement de portions autrefois émergées. Toutes ces hypothèses pour expliquer la répartition des faunes comme celle des climats sont encore fragiles, mais il fallait choisir. Ce livre, très didactique, est un essai de grande valeur qui fournit une base intéressante pour des études ultérieures.

Traité de tectonique, par Jean Goguel. 1 vol. 19×26, 383 p., 203 fig. Masson, Paris, 1952. Prix : 2 305 F.

La Tectonique est la partie de la Géologie qui traite des mouvements et déformations de l'écorce. On trouve ici un excellent exposé critique des méthodes de cette science, non seulement de ses moyens techniques, mais de ses moyens intellectuels, modes de raisonnement, hypothèses et théories. Les événements actuels permettent d'abord d'interpréter certaines configurations : formes dues à l'érosion, glissements de terrains, cassures au cours de tremblements de terre, etc. Mais les mouvements de grande ampleur, horizontaux et verticaux, sont en général trop lents pour être sensibles. Les mouvements passés sont inscrits dans les formes et positions relatives des couches sédimentaires, autrefois horizontales. On établit par exemple que tel sédiment provient de la destruction de telle roche qu'on peut trouver à plus ou moins grande distance, que telle couche s'est déposée dans la mer à telle profondeur, près ou loin d'un rivage et que ses éléments ont telle origine. L'étude de la déformation des roches et des couches fournit des renseignements plus directs : plissements, failles, diaclases, glissements, nappes de charriage, etc., se traduisent par des signes plus ou moins visibles que le géologue complète par la pensée, là où l'érosion a entamé les terrains, dont les éléments sont allés s'incorporer plus loin à des sédiments plus récents. Les déformations, continues ou discontinues, ont pour cause des forces que le géologue doit s'efforcer de définir en intensité et en direction. L'étude détaillée des roches elles-mêmes et des fossiles qu'elles contiennent peut donner des indications précises qu'on va chercher jusque sous le microscope. La Géophysique, la Vulcanologie, etc., apportent encore quantité de données qu'il faut discuter. Au terme de son analyse, d'une remarquable clarté didactique, M. Goguel a consacré un chapitre à l'examen des causes de ces forces que le géologue doit imaginer. L'hypothèse actuellement la plus vraisemblable est celle de courants internes dans les masses plus ou moins fluides de l'intérieur du globe, dus aux différences de densité résultant des différences de température. Cette hypothèse paraît s'adapter à tous les faits observés, aussi bien en Géologie qu'en Géophysique.

Geologie der Schweizer Alpen, par J. Cadisch. 1 vol. in-8°, 491 p., 66 fig., 8 pl. rel. Wepf, Bâle, 1953. Prix : 42,30 francs suisses.

Cette seconde édition montre l'importance des progrès réalisés depuis vingt ans dans la connaissance des Alpes suisses. Elle a été rédigée par le professeur de l'Université de Berne avec la collaboration du professeur Niggli, de Leyde. Le sujet est traité dans son cadre européen et dans celui de l'orogénie moderne. Il étudie les roches et fournit une série de descriptions régionales. Un index de 1 200 noms géographiques peut servir de guide géologique. Excellent instrument de travail pour une des régions les mieux étudiées.

Vieux dictons de nos campagnes, par G. Bidault de l'Isle. 2 vol. in-16, 608 et 590 p., fig. Éditions de la Toison d'or, Paris, 1952. Prix : 1 500 F.

Notre folklore comprend un nombre considérable de dictons, de préceptes, de formulettes qu'on recueille un peu partout avant leur oubli. L'auteur a fait une récolte magnifique, dans les fermes comme dans les livres, et a entrepris de réunir et de classer tous ces bijoux disparates, en les commentant, les expliquant,

Le gérant : F. Dunod. — dunod, éditeur, paris. — dépôt légal : 4e trimestre 1953, n° 2466. — Imprimé en France.
barnéoud frères et Cie, imprimeurs, (310566), laval, n° 2820. — 10-1953.

les discutant. En voici un énorme bouquet, arrangé selon les saisons, les mois, les jours, les saints, les fêtes et aussi les vents, les pluies, les orages, la neige et le gel, la chaleur et la sécheresse, le ciel, la lune ; beaucoup de dires curieux, mais combien peu justifiés !

Les premiers hommes, précis d'anthropologie préhistorique, par F.-M. Bergougnoux et A. Glory. 4e éd. 1 vol. 16×25, 545 p., 272 fig. Didier, Paris, 1952. Prix : relié, 3 100 F.

Ce livre, beaucoup moins détaillé en ce qui concerne la paléontologie, se place à un point de vue plus général et constitue une bonne introduction au savant ouvrage de Boule et Valois. L'évolution de l'humanité préhistorique et de ses industries, retracée à grands traits quoique avec des références et des exemples précis, est éclairée par un rappel de toutes les notions de géologie, d'anatomie comparée, des théories de l'évolution biologique, qui sont indispensables au profane et à l'étudiant pour aborder la préhistoire. La grande famille préhumaine, séparée depuis le tertiaire des Anthropoïdes, s'est diversifiée en branches et rameaux nombreux au milieu desquels il est difficile de retrouver la filiation du seul rameau subsistant, le nôtre. En revanche, l'évolution des industries est beaucoup plus claire ; plus encore que par les formes, tous ces êtres étaient en marche vers l'humanité par l'éveil de leur intelligence, l'utilisation du feu, le lent perfectionnement des outils : si l'Homme de Néanderthal n'a pas engendré l'*Homo sapiens*, il lui a laissé son outillage. Cette continuité spirituelle de l'humanité depuis ses lointaines origines se dégage clairement de cette excellente œuvre d'initiation, d'enseignement et de culture générale.

Génétique et races humaines, introduction à l'anthropologie physique moderne, par William C. Boyd. 1 vol. in-8°, 361 p., 49 fig. Payot, Paris, 1952. Prix : 1 200 F.

Le professeur à l'Université de Boston procède à une critique impitoyable des méthodes employées jusqu'ici par la plupart des anthropologistes et ethnologues ; selon lui, la voie à suivre désormais doit être entièrement fondée sur les résultats de la génétique. Presque toutes les définitions fondant la notion de race sont sans valeur. Quels que soient les caractères que l'on choisisse, on trouvera des individus qui s'écartent assez de la moyenne pour sortir du cadre où on prétend les enfermer. Dès lors, c'est une question de statistique et de pourcentage. Les seuls caractères utilisables sont ceux dont on connaît le mécanisme génétique ; pour l'homme, ils sont encore bien peu nombreux : les plus sérieux sont les groupes sanguins. Beaucoup seront déçus de voir la taille, la forme du crâne, l'indice nasal déchus de leurs prérogatives, et surtout les paléontologistes qui ne disposent que de vestiges osseux ! Mais cette œuvre critique a des côtés constructifs qu'il ne faut pas sous-estimer.

Méthodes de la psychologie, par T. G. Andrews. 2 vol. in-8°. Tome Ier : *Sensations, mémoire et apprentissage, comportement animal, pensée.* Tome II : *Activité et affectivité, aptitudes, personnalité, psychologie clinique.* 882 p., nombreuses fig. Presses Universitaires de France, Paris, 1952. Prix : chaque vol. : 1 500 F.

Si la masse des résultats acquis en psychologie scientifique selon les méthodes modernes est déjà considérable et fait l'objet de volumineux traités, on ne dispose guère d'exposés d'ensemble sur la méthodologie de cette discipline. Cette lacune est comblée par le professeur de l'Université de Chicago avec la collaboration de nombreux spécialistes américains ; des spécialistes français l'ont traduit sous la direction de M. Paul Fraisse. Les méthodes expérimentales tiennent ici la première place, chaque fois que c'est possible. Au premier stade, on cherche à établir l'influence d'un facteur que l'on peut faire varier à volonté (variable indépendante) sur un élément du comportement (variable dépendante). Les expériences factorielles ne cherchent qu'à déceler cette dépendance, l'analyse fonctionnelle cherche la loi qui la régit. De nombreux exemples sont traités dans le détail. Quand il n'est pas possible de faire varier un facteur dont on étudie l'influence, par exemple un facteur individuel comme l'intelligence, on a recours aux techniques dites différentielles et statistiques. Enfin il faut faire une grande place aux méthodes cliniques où un individu est pris comme objet d'une étude détaillée ; ces méthodes trouvent un renouveau comme complément et comme couronnement des méthodes expérimentales et statistiques.

Destruction et protection de la nature, par Roger Heim. 1 vol. 11×17, 224 p., 23 fig. Armand Colin, Paris, 1952. Prix : 250 F.

Il y a peu d'années encore, la question n'avait guère qu'un aspect scientifique : artistique et moral. On regrettait que disparussent des espèces animales et végétales ou des ensembles naturels qui étaient de précieux sujets d'étude et des richesses esthétiques irremplaçables ; on regrettait cette uniformisation qu'un prétendu progrès impose de plus en plus à la surface de notre planète, uniformisation qui est un appauvrissement. Le bilan, tel que le présente le directeur de notre Muséum national, est navrant. Mais le problème est plus grave encore : l'étendue des déserts croît rapidement, la dégradation des sols met en danger l'avenir de l'alimentation humaine. Méconnaissant les vocations des sols, méconnaissant l'équilibre nécessaire des espèces vivantes, l'homme ruine la Terre et se ruine. M. Heim réussit à nous faire partager son indignation contre la légèreté, l'aveuglement souvent intéressé qui présente certaines destructions comme utiles. On voudrait que des gouvernements plus prévoyants et surtout plus fermes protègent ces richesses pendant qu'il est encore temps. C'est aussi affaire d'éducation et c'est pourquoi on souhaite que ce lucide et courageux petit livre soit partout lu et médité.

Buffon ; collection « Les grands naturalistes », dirigée par Roger Heim, directeur du Muséum. 1 vol. in-8°, 243 p., 25 planches. Muséum national d'Histoire naturelle et Publications françaises, Paris, 1952. Prix : 900 F.

Le choix de Buffon pour ouvrir cette collection allait de soi. Véritable fondateur du Muséum avant la lettre, fondateur de la haute vulgarisation scientifique en même temps que de plusieurs parties de l'Histoire naturelle dans leur esprit moderne, Buffon étonne autant par la diversité que par l'ampleur de son génie : physicien, naturaliste, agronome, industriel, philosophe de la science, écrivain prestigieux, homme d'affaires presque trop avisé, tous les aspects nous en sont présentés, avec respect, admiration, mais sans complaisance. Même après cet ouvrage, dont plusieurs de nos meilleurs spécialistes se sont partagés les chapitres, il restera sans doute à découvrir sur cet homme extraordinaire ; mais on en a du moins une image fidèle et vivante, dont M. Roger Heim a tracé dans sa préface une vigoureuse esquisse.

Cybernétique et société, par Norbert Wiener. 1 vol. in-8°. Éditions des Deux-Rives, Paris, 1952. Prix : 650 F.

La vapeur, l'électricité, ont remplacé l'homme et les animaux comme sources d'énergie ; c'est ce que le professeur de l'Institut de technologie du Massachussets, célèbre créateur du mot « Cybernétique », appelle la première révolution industrielle. En même temps certains organes ont servi à transmettre des ordres, mais la décision à prendre, dans la plupart des cas, appartenait toujours à l'homme. A un stade plus avancé, des mécanismes d'auto-régulation sont apparus, corrigeant automatiquement les écarts de la machine. Puis la machine devient apte à élaborer toute seule toutes les décisions ne dépassant pas un certain degré de complexité. Avec l'électronique, elle devient susceptible de véritables processus d'apprentissage. Il s'agit toujours de la faculté de transmettre, d'élaborer ou d'interpréter un message comportant une certaine quantité d'information. C'est la deuxième révolution industrielle ; quelles en seront les incidences sur la vie humaine ? Il importe plus que jamais que l'homme domine sa puissance au lieu de se laisser dominer par elle.

La vie et la mort, par le Dr Maurice Vernet. 1 vol. 13×19, 298 p. Flammarion, Paris, 1952. Prix : 625 F.

L'auteur, à travers ses ouvrages successifs, poursuit un effort philosophique qui le place nettement en dehors de toute la biologie contemporaine. La vie ne saurait sortir de la matière brute. En dehors de son « énergie d'entretien », objet d'échanges avec le milieu physico-chimique, elle est caractérisée par une énergie propre, de nature spéciale, qui échappe aux études quantitatives. Les régulations dont la vie est le siège sont gouvernées par une « sensibilité organique », d'ailleurs particulière et invariable pour chaque espèce. Le transformisme est donc une illusion. Toutes les espèces ont existé de façon latente en attendant que des conditions favorables permettent à leur énergie spécifique d'actualiser leur développement. La sensibilité organique de chaque individu meurt avec lui. Toutefois l'âme, qui s'identifie à un principe énergétique vital, survit à la mort organique. Chemin faisant, l'auteur heurte plus d'une idée courante en biologie.

Médecine tropicale, par Marcel Vaucel. 2 vol., 1950 p., reliure mobile. Édit. médicales Flammarion, Paris, 1952. Prix : rel., 11 525 F.

Nul plus que l'inspecteur général des Instituts Pasteur d'outre-mer n'était qualifié pour écrire cette étude très complète, tant sur le plan clinique que parasitologique, de la pathologie tropicale. Maladies dues aux helminthes, aux protozoaires, aux spirochètes constituent le premier volume. Dans le second on peut lire les affections dues aux virus, aux rickettsies, aux bartonnelles, aux microbes, aux champignons, aux avitaminoses, aux arthropodes, aux mouches et aux poisons animaux et végétaux. Les affections climatiques sont enfin évoquées. C'est là l'exposé très complet d'une discipline médicale dont l'étude est trop souvent réservée aux seuls spécialistes et devient pourtant de jour en jour plus nécessaire, même en territoire métropolitain.

Études pratiques de physiologie, par J. Canivet, M. Guénot, J. P. Bernier, C. Bétourné (4 vol.). Tome 1, 284 p. Expansion scientifique française, Paris, 1952. Prix : 1 000 F.

Destiné surtout aux étudiants, ces études présentent l'exposé d'une série de questions de physiologie, sous une forme schématique très claire et très complète. Les échanges thermiques, le sang, la respiration, le système nerveux, la digestion, le rein figurent à la table des matières de ce premier tome.

Méthodes biologiques en clinique psychiatrique, par Jean Delay. 1 vol. 536 p. Masson et Cie, Paris, 1952. Prix : 2 000 F.

Ce traité apporte une excellente mise au point sur la technique psychiatrique actuelle. Cette discipline médicale, délaissant l'aspect contemplatif qu'elle revêtait autrefois, emploie maintennat des méthodes diagnostiques et thérapeutiques actives. Encéphalographie, électrochoc, psycho-chirurgie, psycho-chimie, narcoanalyse sont successivement développés.

Traité des maladies des veines, par Charles Laubry et Jacques Louvel. 1 vol. 376 p. G. Doin et Cie, Paris, 1952. Prix : 1 700 F.

Après un rappel anatomique et physiologique, les auteurs exposent les moyens d'exploration utilisés en pathologie veineuse. Puis un large chapitre clinique étudie les deux grands cadres de cette pathologie : le phlébo-thrombo-embolisme caractérisé par les phlébites, l'insuffisance veineuse dominée par les varices. La thérapeutique de ces états est enfin exposée.

Vade-mecum du médecin du travail, par H. Borh et G. Sieurin. 1 vol. 288 p. Masson, Paris, 1952. Prix : 1 100 F.

Ce petit volume apporte sous une forme restreinte toutes les notions nécessaires à la bonne compréhension et à la pratique correcte de la médecine du travail. Médecins et personnel des professions médicales y trouveront tous les éléments d'ordre technique, psychologique et administratif nécessaires.

Cardiopathies congénitales, par Pierre Soulié. Préface de R. Debré. 1 vol. 348 p. Expansion scientifique française, Paris, 1952. Prix : 5 200 F.

Mise au point très complète et très précise des différents problèmes posés par les malformations congénitales du cœur. Étude d'actualité apportant les normes les plus récentes sur les moyens d'exploration et sur les techniques chirurgicales modernes.

Dermatoses professionnelles, par H. Gougerot et A. Carteaud. 1 vol., 368 p. Maloine Paris, 1952. Prix : br., 1 920 F. ; cart., 2 220 F.

Ce livre est indispensable à tous ceux, médecins, chimistes, industriels, qui s'intéressent à l'action des produits toxiques sur la peau. Les auteurs étudient dans une première partie les principales dermatoses professionnelles, dans une seconde, les professions causes de dermatoses, et dans une troisième les produits chimiques ou autres agents de dermatoses.

Les aliments et l'alimentation normale de l'homme, par Edmond Lessé et Charles Richet. 1 vol. 328 p. Expansion scientifique française, Paris, 1952. Prix : 1 600 F.

C'est là une étude très complète de l'alimentation. Dans une première partie, les auteurs

étudient la chimie alimentaire, dans la seconde les aliments proprement dits, et dans la dernière partie les problèmes alimentaires. Livre indispensable à tout diététicien, médecin ou non.

Pédiatrie, par R. Debré et M. Lelong. 2 vol., 2234 p., reliure mobile. Édit. médicales Flammarion, Paris, 1952. Prix : rel., 13 925 F.

Dans la remarquable collection médicale à révision annuelle, dirigée par Pasteur Vallery-Radot, ces deux volumes sont consacrés aux maladies des enfants. Si on en excepte les maladies infectieuses auxquelles un autre volume de la collection sera consacré, les différents chapitres de la pathologie infantile sont successivement envisagés. C'était là une tâche difficile car la pédiatrie est une médecine variée et complète avec ses différentes disciplines. C'est cependant une réussite complète et les auteurs sont arrivés à concilier deux tendances, celle qui vise à exprimer des données simples, pratiques, utiles de façon immédiate au médecin, et l'autre qui pousse à donner tous les renseignements nécessaires au chercheur d'hôpital ou de laboratoire.

Manuel de l'élève infirmière, par P. Delafontaine et J. Balmadier. 1 vol. 484 p. Éditions médicales Flammarion, Paris, 1952. Prix : cart., 1 725 F.

Cet ouvrage, qui résume l'enseignement de la Croix-Rouge Française, apporte tous les renseignements nécessaires à l'élève infirmière : notions d'anatomie et physiologie, soins à donner aux malades, médicaments, soins concernant les maladies des différents appareils.

Le trachome, par Roger Natal. Préface de A. Cuénod. 1 vol. 426 p., 46 fig, 16 planches en couleurs. Masson et Cie, Paris, 1952. Prix : 3 700 F.

L'auteur qui, depuis vingt-cinq ans, s'est consacré à l'étude de cette maladie, expose dans cet ouvrage toute son expérience de la question. Il en étudie l'historique, la clinique, la thérapeutique et la prophylaxie. Un chapitre particulier est réservé aux recherches expérimentales sur la pathogénie de la maladie. Cet ouvrage, dans lequel tous les problèmes qui se posent en pays à endémie trachomateuse sont envisagés, est abondamment illustré.

Pathologie du pied, par Jean Lelièvre. Préface de Merle d'Aubigné. 1 vol. 585 p., 518 fig. Masson et Cie, Paris, 1952. Prix : 4 500 F.

Pour la première fois se trouvent réunis en un volume les divers éléments qui composent la pathologie du pied. Après une étude de la physiologie normale et pathologique du pied, l'auteur envisage successivement les malformations congénitales, les troubles paralytiques, les traumatismes, les lésions infectieuses et enfin les troubles des parties molles. Iconographie très importante : radiographies, photographies et schémas.

Géologie dauphinoise, initiation à la géologie par l'étude des environs de Grenoble, par Maurice Gignoux et Léon Moret. 2e édit.

Dans notre compte rendu de cet ouvrage, paru précédemment (septembre 1953), il a été omis de signaler le nom de l'éditeur : Masson, Paris, 1953.

Indiquons d'autre part le prix des ouvrages suivants, dont les comptes rendus ont paru dans le même numéro :

Précis de phytogénétique, par G. Kuhnholtz-Lordat. Masson, 1952. Prix : 1 920 F.

Flore analytique des champignons supérieurs (agarics, bolets, chanterelles), par Robert Kühner et Henri Romagnesi. Masson, 1953. Prix : br., 7 010 F ; cart., 7 970 F.

Erratum

Dans l'article de M. Yvan Christ (Découverte de la façade du réfectoire gothique de Saint-Germain-des-Prés) paru dans notre dernier numéro, p. 281, 1re col., 40e ligne, ainsi que dans la légende des figures 2 à 4, il fallait lire « barlotières » au lieu de « barbotières ».

PETITES ANNONCES

(165 F la ligne, taxes comprises. Supplément de 100 F pour domiciliation aux bureaux de la revue).

M. Alejandro Goicoechea OMAR, titulaire du brevet français n° **913.111** pour : « **Procédé d'établissement de constructions démontables et transportables et constructions démontables et transportables résultant de l'application de ce procédé** », offre la cession ou des concessions de licences de son brevet.

Pour tous renseignements techniques, s'adresser à **M. Paul ROBIN**, Ingénieur-Conseil, 7, boulevard des Filles-du-Calvaire, Paris (3e).

Le gérant : F. Dunod. — dunod, éditeur, paris. — dépôt légal : 4e trimestre 1953, n° 2466. — Imprimé en France.
barnéoud frères et c^ie^, imprimeurs, (310566), laval, n° 2820. — 10-1953.